Aufl. oo

2. Aufl. ad (identisch)

Die

Maße und Gewichte

des

metrischen Systemes.

Als Leitfaden beim Anterricht des metrischen Maßsystemes,
sowie für den praktischen Gebrauch,

nach dem Französischen von Saigey bearbeitet

von

Georg Klein,
kgl. Lehrer der Mathematik und Physik an der Kreisgewerbeschule zu München.

Mit Holzschnitten.

München 1869.
Verlag von R. A. Oldenbourg.

Druck von C. R. Schurich in München.

Im Verlage von **R. Oldenbourg** sind folgende auf Veranlassung und in Uebereinstimmung mit den Anord=
ungen des kgl. Handelsministeriums hergestellte Unter=
chtsmittel für die Einführung der neuen Maß= und Ge=
ichtsordnung erschienen:

A b b i l d u n g

der

Metrischen Maße und Gewichte.

Ein Blatt in Farbendruck

84 Centim. breit, 64 Centim. hoch.

Mit Oesen zum Aufhängen. Preis 40 kr.

Dasselbe aufgezogen auf Pappe mit Oesen. Preis 55 kr.

Abbildung

des

M e t e r = M a ß e s

mit Vergleichung

des alten bayerischen Maßes.

Ein Blatt auf Papyrolin (Papier mit Gewebeunterlage) gedruckt.

105 Centim. breit, 16 Centim. hoch.

Mit Oesen zum Aufhängen. Preis 16 kr.

Vorwort.

Mit dem 1. Januar 1872 tritt die neue Maß- und Gewichtsordnung im ganzen Umfange des Königreichs Bayern in Wirksamkeit; die Anwendung der metrischen Maße und Gewichte ist jedoch bereits vom 1. Januar 1870 an gestattet, insofern die Betheiligten hierüber einig sind. Jedenfalls ist es nun Aufgabe der Schulen, sobald als möglich diese Maße und Gewichte, sowie das System, welches der neuen Maßordnung zu Grunde liegt, zum Gegenstand des Unterrichtes zu machen. Ein Leitfaden für den Unterricht tritt hienach als Bedürfniß entgegen.

Es war natürlich, bei Abfassung desselben sich zunächst in der Literatur der Länder, in denen das metrische System schon seit geraumer Zeit eingeführt ist, also in der französischen und belgischen, umzusehen. Unter allen, diesen Gegenstand behandelnden, Schriften schien mir die in vielen Auflagen erschienene „Pratique des poids et mesures par Saigey“ die geeignetste, und deßhalb habe ich diese als Grundlage für meine Arbeit benützt. Daß ich sehr häufig von dieser Schrift abweichen und den Lehrstoff unsern Verhältnissen anpassen mußte, ist selbstverständlich. Dagegen habe ich die Form, in der dieselbe abgefaßt ist, beibehalten. Der Lehrstoff wurde also wie dort nach einzelnen Lektionen abgetheilt; nicht etwa, als ob damit ausgesprochen sein sollte, daß man sich an diesen Gang zu

halten habe, sondern lediglich aus dem Grunde, weil gerade in dieser Form das Original sich bewährt und viele Auflagen erlebt hat, und weil es für den Lehrer immer von Interesse sein kann, die Form kennen zu lernen, deren ein anderer bewährter Lehrer sich bedient hat, auch dann, wenn er, wie sich dieß ganz von selbst versteht, eine, seiner Individualität entsprechende, Form wählt. Es bleibt ja ohnedieß der Thätigkeit der Lehrer überlassen, durch Aufgabensammlungen für den Arithmetik-Unterricht für die weitere Einübung des Systems Sorge zu tragen.

Durch die genauere Ausführung einzelner Kapitel, ich nenne hier z. B. die über Gewichte und Wagen handelnden Abschnitte, sowie durch angehängte Reduktionstabellen des alten bayerischen Maßsystemes ins neue und umgekehrt, suchte ich vorliegende Schrift auch für den praktischen Gebrauch anwendbar zu machen.

Möge diese meine erste Arbeit, die ich der Oeffentlichkeit übergebe, ihren Zweck erreichen und eine rücksichtsvolle Aufnahme finden.

München, im Oktober 1869.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniß.

Gesetz,

die

Maß- und Gewichts-Ordnung

betreffend.

Artikel 1.

Die Grundlage des Maßes und Gewichtes ist das Meter, mit dezimaler Theilung und Vervielfachung.

Artikel 2.

Es gelten folgende Maße und Gewichte:

A. Längenmaße.

Die Einheit bildet das Meter. Der zehnte Theil des Meters heißt das Dezimeter, der hundertste das Zentimeter, der tausendste das Millimeter.

Zehn Meter heißen das Dekameter, tausend Meter das Kilometer.

B. Flächenmaße.

Die Einheit bildet das Quadratmeter. Hundert Quadratmeter heißen das Ar. Zehntausend Quadratmeter heißen das Hektar.

C. Körpermaße.

Die Grundlage bildet das Kubikmeter. Die Einheit ist der tausendste Theil eines Kubikmeters oder ein Kubikdezimeter und heißt das Liter.

Hundert Liter oder der zehnte Theil des Kubikmeters heißt das Hektoliter.

D. Gewicht.

Die Einheit des Gewichtes bildet das Kilogramm oder Kilo (gleich zwei Zollpfund). Es ist das Gewicht eines Liters destillirten Wassers bei + 4 Gr. des hunderttheiligen Thermometers.

Das Kilogramm wird in tausend Gramme getheilt mit dezimalen Unterabtheilungen. Zehn Gramme heißen das Dekagramm. Der zehnte Theil eines Grammes heißt das Dezigramm, der hundertste das Zentigramm, der tausendste das Milligramm.

Ein halbes Kilogramm heißt das Pfund. Fünfzig Kilogramm oder hundert Pfund heißen der Zentner.

Tausend Kilogramm oder zweitausend Pfund heißen die Tonne.

Artikel 3.

Ein von diesem Gewichte (Art. 2) abweichendes Medizinal-, Gold-, Silber-, Juwelen- und Perlengewicht findet nicht statt.

Artikel 4.

In Betreff des Münzgewichtes verbleibt es bei den im Art. 1 des Münzvertrags vom 24. Januar 1857 gegebenen Bestimmungen.

Artikel 5.

Die bestehenden Feldmaße bleiben bis auf Weiteres in Geltung.

Artikel 6.

Nach beglaubigten Copien des Urmaßes und des Urgewichtes für den Norddeutschen Bund werden die Normalmaße und Normalgewichte hergestellt und richtig erhalten.

Artikel 7.

Zum Zumessen und Zuwägen im öffentlichen Verkehre dürfen nur in Gemäßheit dieser Maß- und Gewichtsordnung gehörig gestempelte Maße, Gewichte und Waagen angewendet werden.

Der Gebrauch ungestempelter oder nicht im richtigen Stande erhaltener Maße, Gewichte und Waagen ist untersagt, auch wenn dieselben im Uebrigen den Bestimmungen dieser Maß- und Gewichtsordnung entsprechen.

Die näheren Bestimmungen über die äußersten Grenzen der im öffentlichen Verkehre noch zu duldenden Abweichungen von der absoluten Richtigkeit erfolgen im Verordnungswege.

Artikel 8.

Bei dem Verkaufe weingeistiger Flüssigkeiten nach Stärkegraden dürfen zur Ermittlung des Alkoholgehaltes nur gehörig gestempelte Meßinstrumente angewendet werden.

Artikel 9.

Die Bestimmungen darüber, ob und nach welchem Maß-Systeme die Eichung und Stempelung von Garnhaspeln, Gas- und Wassermessern, dann von Kalk-, Kohlen- und Torfmaßen zu geschehen hat, sowie die Bestimmungen darüber, ob und welche Fässer und Schankgefäße der Eichung zu unterwerfen sind, bleiben der Verordnung vorbehalten.

Artikel 10.

Zur Eichung und Stempelung sind nur diejenigen Maße und Gewichte zuzulassen, welche den in Art. 2 dieser Maß- und Gewichtsordnung benannten Größen, oder ihrer Hälfte, sowie ihrem Zwei-, Fünf-, Zehn- und Zwanzigfachen entsprechen. Zulässig ist ferner die Eichung und Stempelung fortgesetzter Halbirungen des Liters.

Artikel 11.

Die Eichung und Stempelung erfolgt ausschließlich durch obrigkeitlich bestellte Personen, welche mit den erforderlichen, nach den Normalmaßen und Gewichten (Art. 6) hergestellten Eichungsnormalen versehen sind.

Die Anfertigung der Eichungsnormale und deren periodisch wiederkehrende Vergleichung mit den Normalmaßen und Gewichten fällt in den Geschäftskreis der Normal-Eichungs-Kommission.

Artikel 12.

Die Vorschriften über die innere Einrichtung und den Geschäftsbetrieb der Normal-Eichungs-Kommission, sowie über die Bestellung, Unterhaltung und den Wirkungskreis der zur Ausführung dieses Gesetzes noch weiter erforderlichen technischen Organe;

die Vorschriften über Material, Gestalt, Bezeichnung und sonstige Beschaffenheit der Maße und Gewichte und der übrigen Meßvorrichtungen, welche zu eichen und zu stempeln sind;

die Bestimmung darüber, welche Arten von Waagen

im öffentlichen Verkehre oder nur zu besonderen gewerblichen Zwecken angewendet werden dürfen, sowie die Festsetzung der Bedingungen ihrer Stempelfähigkeit;

die Vorschriften über das Verfahren bei der Eichung und Stempelung, über die hiebei innezuhaltenden Fehlergrenzen, dann über die Stempel- und Eichzeichen;

die Feststellung der Termine, in welcher die zum Messen und Wägen im öffentlichen Verkehre dienenden Maße, Gewichte, Waagen und Meßvorrichtungen der wiederholten Eichung und Stempelung zu unterziehen sind;

die Bestimmung der Maße, Gewichte, Waagen und Meßvorrichtungen, welche jeder Gewerbetreibende zum Betriebe seines Geschäftes haben muß;

die Vorschriften über die Visitationen der Maße, Gewichte, Waagen und Meßvorrichtungen;

die Festsetzung der Eich- und Visitations-Gebühren — werden der Verordnung vorbehalten.

Artikel 13.

Die bestehenden nach Maß oder Gewicht sich richtenden Rechte oder Verpflichtungen erleiden hinsichtlich des Umfangs durch dieses Gesetz keine Aenderung.

Artikel 14.

Uebertretungen dieses Gesetzes und der auf Grund desselben erlassenen Verordnungen werden an Geld bis zu fünfundzwanzig Gulden bestraft.

Daneben sind die ungestempelten oder nicht im richtigen Stande erhaltenen Maße, Gewichte, Waagen oder Meßvorrichtungen zu konfisziren.

Auf Gewerbtreibende sind obige Bestimmungen schon dann anwendbar, wenn Maße, Gewichte, Waagen oder Meßvorrichtungen, die sie zum Betriebe ihres Geschäftes haben müssen, in ihren Geschäftslokalitäten oder Verkaufsbuden ungestempelt oder nicht im richtigen Stande erhalten vorgefunden werden. Gleiches ist bei Personen der Fall, welche auf öffentlichen Märkten nach Maß oder Gewicht verkaufen und daselbst im Besitz ungestempelter oder nicht im richtigen Stande erhaltener Maße, Gewichte oder Waagen getroffen werden. Die Anwendung oder der Besitz falscher

Maße, Gewichte oder Waagen ist nach den Bestimmungen des Strafgesetzbuches zu beurtheilen.

Artikel 15.

Diese Maß- und Gewichts-Ordnung tritt mit dem 1. Januar 1872 für den ganzen Umfang des Königreiches in Wirksamkeit. Mit diesem Tage sind alle entgegenstehenden früheren allgemeinen oder örtlichen auf Gesetz, Verordnung, polizeilichen Vorschriften oder auf Herkommen beruhenden Vorschriften über das Maß- und Gewichtswesen, dann die Art. 194 und 195 des Polizeistrafgesetzbuches aufgehoben.

Artikel 16.

Die Anwendung der dieser Maß- und Gewichtsordnung entsprechenden Maße und Gewichte ist bereits vom 1. Januar 1870 an gestattet, insoferne die Betheiligten hierüber einig sind.

München, den 29. April 1869.

Reg.-Bl. Nr. 59.

Bekanntmachung,

den Vollzug des Gesetzes vom 29. April l. Js., die Maß- und Gewichtsordnung betr.

Staatsministerium des Handels und der öffentlichen Arbeiten.

Im Vollzuge des Gesetzes vom 29. April l. Js., die Maß- und Gewichtsordnung betr., werden in nachstehender Tabelle die Verhältnißzahlen für die Umrechnung der im diesrheinischen Bayern bisher giltigen Maße und Gewichte in die durch das Gesetz vom 29. April l. Js., die Maß- und Gewichtsordnung betr., festgestellten neuen Maße und Gewichte bekannt gemacht.

Bezüglich der Holzmaße wird eine besondere Bekanntmachung erfolgen.

Die bestehenden Feldmaße bleiben nach Art. 5. des Gesetzes vom 29. April l. Js. bis auf Weiteres in Geltung.

München, den 13. August 1869.

Auf Seiner Königlichen Majestät Allerhöchsten Befehl.

v. Schlör.

Durch den Minister:
der Generalsecretär, Minist.-Rath v. Cetto.

Verhältniß-

I. Längen-

Altes Maß.	Neues Maß.
1 bayer. Fuß zu 12 Zoll oder zu 144 Linien = $129^{38}/_{100}$ Pariser Linien	= 0,2918592 Meter.
1 Zoll	= 2,43216 Zentimeter.
1 Linie	= 2,0268 Millimeter.
1 bayer. Klafter zu 6 Fuß	= 1,751155 Meter.
1 geometrische Ruthe zu 10 Fuß	= 2,918592 Meter.
1 bayer. Elle zu 2 Fuß $10^1/_4$ Zoll . . .	= 0,833015 Meter.
1 geometrische Stunde, Post- oder Wegstunde = 12,703 Fuß	= 3,70749 Kilometer.

II. Flächen-

1 bayer. Quadratfuß zu 144 Quadratzollen	= 0,085182 □ Meter.
1 Quadratzoll	= 5,9154 □ Zentimeter.
1 Quadratlinie	= 4,1079 □ Millimeter.
1 Quadratklafter zu 36 Quadratfuß . . .	= 3,0665 □ Meter.
1 Quadratruthe zu 100 Quadratfuß . .	= 8,5182 □ Meter.
1 Tagwerk od. Morgen zu 400 Quadratruth.	= 34,07272 Are.

III. Körper-

1 Kubikfuß	= 0,024861 Kubikmeter.
1 Kubikzoll	= 14,38721 Kubikzentm.

IV. Hohlmaße für

1 bayer. Maßkanne zu 43 Dezimal-Kubikzoll	= 1,06903 Liter.
1 bayerischer Eimer zu 64 Maß oder zu 2,752 Kubikfuß	= 68,4177 Liter.

V. Getreid-

1 bayer. Metzen zu $34^2/_3$ Maßkannen . .	= 37,0596 Liter.
$^1/_2$ " " Viertel genannt	= 18,5298 Liter.
$^1/_4$ " " halbes Viertel genannt . .	= 9,2649 Liter.
$^1/_8$ " " Maßl genannt	= 4,6325 Liter.
$^1/_{16}$ " " halbes Maßl genannt . .	= 2,3162 Liter.
$^1/_{32}$ " " Dreißiger genannt . . .	= 1,1581 Liter.
6 Metzen-Maß, Schäffel genannt . . .	= 2,22358 Hektoliter.

VI. Handels-

1 bayer. Pfund zu 32 Loth	= 560 Gramm.
1 Loth à 4 Quentchen	= 17,5 Gramm.
1 Quentchen	= 4,375 Gramm.
1 Zentner zu 100 Pfunden	= 56 Kilogramm.
	= 1 Zt. 12 Pfd. Zollgew.

Zahlen.

Maße.

Neues Maß.	Altes Maß.
1 Meter	= 3,42631 Fuß.
1 Zentimeter	= 0,41116 Zoll.
1 Millimeter	= 0,4934 Linie.
1 Kilometer	= 0,269724 Stunde.
1 Meter	= 0,57105 Klafter.
1 Meter	= 0,34263 Ruthe.
1 Meter	= 1,20046 Elle.

Maße.

1 Quadratmeter	= 11,7396 Quadratfuß.
1 Quadratzentimeter	= 0,16905 Quadratzoll.
1 Quadratmillimeter	= 0,24343 Quadratlinie.
1 Ar	= 32,610 Quadratklafter.
1 Ar	= 11,7396 Quadratruthen.
1 Hektar	= 2,9349 Tagwerk.

Maße.

1 Kubikmeter	= 40,2235 Kubikfuß.
1 Kubikzentimeter	= 0,069506 Kubikzoll.

Flüssigkeiten.

1 Liter	= 0,93543 Maßkannen.
1 Hektoliter	= 1,46161 bayer. Eimer.

Maße.

1 Hektoliter	= 2,69836 Metzen.
1 Hektoliter	= 5,3967 Viertel.
1 Hektoliter	= 10,79342 halbe Viertel.
1 Hektoliter	= 21,58685 Maßl.
1 Hektoliter	= 43,17370 halbe Maßl.
1 Hektoliter	= 86,34739 Dreißiger.
1 Hektoliter	= 0,44973 Schäffel.

Gewicht.

1 Kilogramm oder Kilo = 1000 Gramm = 2 Zollpfund	= 1,785715 bayer. Pfund.
1 Dekagramm	= 2,2857 Quentchen.
1 Gramm	= 0,22857 Quentchen.

Altes Maß.	Neues Maß.
	VII. Medicinal- und
1 Pfund (Libra) = 12 Unzen	= 360 Gramm.
1 Unze = 8 Drachmen	= 30 Gramm.
1 Drachme = 3 Skrupel	= 3,75 Gramm.
1 Skrupel = 20 Gran	= 1,25 Gramm.
1 Gran	= 0,0625 Gramm.
	VIII. Gold-, Silber-, Juwelen-
1 bayer. Mark zu 16 Loth	= 280 Gramm.
1 Loth zu 16 Pfenningen	= 17,5 Gramm.
1 Pfenning	= 1,09375 Gramm.
1 Krone (Goldgewicht)	= 3,24799 Gramm.
1 Sechzehntel	= 0,20300 Gramm.
1/2 "	= 0,10150 Gramm.
1/4 "	= 0,05075 Gramm.
1 Dukaten (Goldgewicht)	= 3,49038 Gramm.
1 Sechzehntel	= 0,21815 Gramm.
1/2 "	= 0,10907 Gramm.
1/4 "	= 0,05454 Gramm.
Das holländische Juwelenkarat	= 20,5894 Zentigramm.

Reg.-Bl. Nr. 68.

Königlich Allerhöchste Verordnung,

das Material, die Gestalt, die Bezeichnung und sonstige Beschaffenheit der Maße und Gewichte, die Waagengattungen und deren Stempelfähigkeit, das Eichverfahren und die Fehlergrenzen betr.

Ludwig II.

von Gottes Gnaden König von Bayern, Pfalzgraf bei Rhein, Herzog von Bayern, Franken und in Schwaben &c. &c.

Wir verordnen auf Grund des Artikel 12 des Gesetzes vom 29. April l. Js., die Maß- und Gewichtsordnung betreffend, über das Material, die Gestalt, die Bezeichnung und sonstige Beschaffenheit der vom 1. Januar 1872 ab im öffentlichen Verkehr ausschließend geltenden und bereits vom 1. Januar 1870 ab auch im diesrheinischen Bayern zur Eichung und im gewerblichen Verkehre zuzulassenden neuen Maße und Gewichte, über die zur Eichung und Stempelung zulässigen Arten von Waagen und die Bedingungen

Neues Maß.		Altes Maß.		
Apotheker-Gewicht.				
1 Kilo = 1000 Gramm . .	=	2 Libra 9 Unzen 2 Drachmen und 2 Skrupel.		
1 Gramm	=	16 Gran.		
1 Dezigramm	=	1,6 Gran.		
1 Zentigramm	=	0,16 Gran.		
und Perlen-Gewicht.				
1 Kilogramm	=	3 Mark	9 Loth	2,28571 Pfenning.
1 Dekagramm	=	— „	— „	9,14286 „
1 Gramm	=	— „	— „	0,91429 „
1 Kilogramm	=	307 Kronen		14,11891 Sechzehntel.
1 Dekagramm	=	3 „		1,26119 „
1 Gramm	=	— „		4,92612 „
1 Dezigramm	=	— „		0,49261 „
1 Zentigramm	=	— „		0,04926 „
1 Kilogramm	=	286 Dukaten		8,02732 „
1 Dekagramm	=	2 „		13,84027 „
1 Gramm	=	— „		4,58403 „
1 Dezigramm	=	— „		0,45840 „
1 Zentigramm	=	— „		0,04584 „
1 Gramm	=	4,8569 holländische Juwelenkarate.		

---

ihrer Stempelfähigkeit, über das Verfahren bei der Eichung und Stempelung und über die hiebei innezuhaltenden Fehlergrenzen was folgt:

I. Längenmaße.

§. 1.

Zur Eichung und Stempelung werden nur die folgenden Maße zugelassen:

20 Meter,
10 Meter oder 1 Dekameter,
5 Meter,
2 Meter,
1 Meter,
0,5 Meter oder 5 Dezimeter oder 50 Zentimeter,
0,2 Meter oder 2 Dezimeter oder 20 Zentimeter,
0,1 Meter oder 1 Dezimeter oder 10 Zentimeter.

Sämmtliche eichfähige Maße müssen aus einem genügend

festen Metall, oder aus hartem, gut ausgetrocknetem Holze oder aus Elfenbein gefertiget sein.

Die Unterabtheilungen des Meters sollen durch zur Länge des Maßes rechtwinklich und rein gezogene Striche angezeigt sein.

Es dürfen keine andern Theilungen als die des Meters und keine andern gesetzlich nicht gültige Längenmaße aufgetragen sein.

Die Bezeichnung der Maße muß in deutlicher, nicht verwischbarer Schrift, mit dem vollen, in der obigen Zusammenstellung angegebenen Namen geschehen.

Welche der metrischen Bezeichnungen in den Fällen, wo in der obigen Reihe mehrere nebeneinander aufgestellt sind, anzuwenden sei, bleibt dem Belieben überlassen.

§. 2.

Für Maße von 2 Meter Länge abwärts sind folgende Vorschriften zu beachten:

1) Sie müssen gerade, die Querschnitte derselben gleich und von solcher Größe sein, daß eine Verbiegung des Maßes nicht zu besorgen ist.

2) Die Endflächen sollen rechtwinkelig zu den Seitenflächen sein.

3) Die Maße aus Holz müssen aus Einem Stück verfertigt und an ihren Enden mit Metall beschlagen sein.

4) Die Länge des Meters ist in 100 Zentimeter getheilt. Von 10 zu 10 Theilstrichen müssen die Längen 10, 20, 30 . . . durch Zahlen angegeben sein.

Je nach der Bestimmung des Maßes sind auch die Unterabtheilungen in Millimeter aufzutragen entweder der ganzen Länge nach oder nur auf dem ersten Dezimeter, oder ersten Zentimeter.

Die Striche des halben Zentimeters sind länger als die der Millimeter und die der Zentimeter sind kürzer als die der Dezimeter.

5) Maße aus Metall sind in Betreff der Länge und der Theilung den gleichen Vorschriften wie die Maße aus Holz unterworfen.

6) Zusammenlegmaße werden zur Eichung nicht zugelassen.

§. 3.

Die Maße von der Länge von 20 Meter, von 10 Meter (Dekameter), von 5 Meter sind in Kettenform aus Eisendraht von solcher Stärke auszuführen, daß ihre Unveränderlichkeit im Gebrauche gesichert erscheint.

Jedes Kettenglied darf die Länge von einem, von zweien oder von fünf Dezimeter haben, wobei der innere Durchmesser des Ringes mit eingerechnet ist.

Von Meter zu Meter muß der Kettenring aus einem Metall bestehen, welches durch seine Farbe sich von Eisen unterscheidet.

§. 4.

Die Eichungsoperationen, über deren Ausführung in einer besonderen Instruktion nähere Vorschriften ertheilt werden, haben sich bei den Längenmaßen sowohl auf die Gesammtlänge als auf die Eintheilung zu erstrecken.

Zur Stempelung ist nur dann zu schreiten, wenn die Vergleichung mit den Eichungsnormalen erwiesen hat, daß die Gesammtlänge entweder im Zuviel oder im Zuwenig eine größere Abweichung nicht zeigt, als die nachstehende Tabelle angibt, und wenn gleichzeitig die Eintheilung so beschaffen ist, daß der Fehler des Abstandes irgend einer Eintheilungsmarke von dem nächsten der beiden Enden des Maßes nirgends die Hälfte der zulässigen Abweichung der Gesammtlänge desselben übersteigt.

Bezeichnung der Maße.	Länge. Meter.	Zulässige Abweichung. Millimeter.
Präzisions-Maße	1	0,1
aus Metall.	0,5—0,1	0,05
Gewöhnliche Maße	2	0,75
aus Metall oder von 0,5 Meter	1	0,5
ab aus hartem Holze oder Elfenbein.	0,5—0,1	0,25
Maße aus Holz mit Metallbeschlägen	1	1,0
nur in Zentimeter getheilt.	0,5	0,75
Meßketten.	20	3,5
	10	2,25
	5	1,75

§. 5.

Die Stempelung erfolgt dicht an den Enden des Maßes. An den mit Metallkappen versehenen Enden hölzerner Maße ist der erste Stempel halb auf das Holz, halb auf den Metallbeschlag zu setzen.

II. Flüssigkeitsmaße.

§. 6.

Zur Eichung und Stempelung werden Flüssigkeitsmaße nur in folgenden Größen zugelassen:

20 Liter,	1/8 Liter,
10 „	0,1 „
5 „	1/16 „
2 „	0,05 „
1 „	1/32 „
1/2 „ oder 0,5 Liter,	0,02 „
1/4 „	
0,2 „	

Diese Maße müssen aus Zinn, Weißblech, Messing oder Kupfer hergestellt, in den beiden letzten Fällen aber innerlich mit reinem Zinn vollständig und gut verzinnt sein.

§. 7.

In Betreff der Gestalt, der Beschaffenheit und Bezeichnung der Maße wird vorgeschrieben:

1) Maße von 2 Liter Inhalt und die nach der Halbirungstheilung abgestuften kleineren müssen in Form eines Cylinders hergestellt sein, bei welchem das Verhältniß des Durchmessers zur Höhe

für das 2 Liter-, 1 Liter- und 1/2 Liter-Maß	wie 1 : 2
1/4 „ „ „	1 : 1,9
1/8 „ „ „	1 : 1,8
1/16 „ „ „	1 : 1,7
1/32 „ „ „	1 : 1,6

zu Grunde gelegt wird. Da es schwierig ist, in der Herstellung solcher Maße dieses Verhältniß genau inne zu halten, so sind in der Größe des Durchmessers Abweichungen bis 5% im Mehr oder Weniger gestattet.

Es ergeben sich hiernach für die Dimensionen dieser Flüssigkeitsmaße folgende Werthe in Millimetern.

Größe des Maßes.	Berechnete Dimensionen des Durchmessers mm.	der Höhe: mm.	Der Durchmesser zulässiger Maße darf betragen: höchstens mm.	mindestens mm.
2 Liter	108,4	216,7	114	103
1 "	86,0	172,1	90	82
1/2 "	68,3	136,5	73	64
1/4 "	55,1	104,8	58	52
1/8 "	44,0	80,1	47	42
1/16 "	36,0	61,4	38	34
1/32 "	29,2	46,7	31	28

Die nach der Dezimaltheilung abgestuften Maße von 0,2 bis 0,02 Liter sind zur Vermeidung einer Verwechslung mit den, durch Halbirungstheilung erhaltenen Maßen in Form abgestutzter Kegel auszuführen, bei denen der obere Durchmesser der Abmessung entspricht, welche diese Maße nach den, vorher für die Halbirungstheilung aufgestellten Bedingungen bei cylindrischer Gestalt erhalten würden, und deren unteren Durchmesser das 1½fache des oberen ist. Es ergeben sich hienach für die Dimensionen dieser Flüssigkeitsmaße folgende Werthe in Millimetern:

Größe des Maßes.	Berechnete Durchmesser oben mm.	unten mm.	Berechnete Höhe mm.	Der obere Durchmesser darf betragen: höchstens mm.	mindestens mm.
0,2 Liter	51,2	76,8	61,4	54	49
0,1 "	41,4	62,1	46,9	43	39
0,05 "	33,5	50,3	35,8	35	32
0,02 "	25,2	37,8	25,3	26	24

Maße von 5, 10 und 20 Liter sind cylinderförmig mit engerem cylindrischen Halse von höchstens 10 Zentimeter Durchmesser auszuführen.

2) Die einzelnen Theile der Maße, Böden und Seitenflächen müssen in unveränderlicher Weise mit einander verbunden sein. Die größeren Maße von 20 bis 2 Liter müssen am oberen und am unteren Rande durch aufgelöthete Metallreife, s. g. Bunde verstärkt sein. Vom Liter abwärts sind nur am oberen Rande Bunde erforderlich.

3) Ausgüsse, deren Fassungsraum einen Theil des richtigen Gefäßinhaltes bildet, müssen bis zur vorderen Spitze in derselben Art wie die übrige Grenzfläche des Fassungsraumes verstärkt sein.

4) Auf der äußeren Seite eines jeden Maßes ist in deutlicher, nicht verwischbarer Schrift Name und Inhalt des Maßes anzugeben. Statt des Wortes Liter kann der Buchstabe L gebraucht werden. Als Bruchbezeichnungen sind für die Dezimalabstufungen Dezimalbrüche, für die Abstufungen nach Halbirungen gewöhnliche Brüche zu benützen.

5) Am oberen äußeren Rande muß jedes Maß an zwei diametral gegenüber stehenden Stellen aufgelöthete Zinnblättchen zur Aufnahme des Stempels besitzen.

§. 8.

Das Eichen hat unter Beobachtung der, in der Instruktion der Verifikatoren angegebenen Vorschriften zu erfolgen.

Die Stempelung kann nur dann vorgenommen werden, wenn eine größere Abweichung von dem Sollinhalte im Mehr oder Weniger nicht stattfindet, als folgende:

bei Maßen von

20 Liter	bis	1 Liter	höchstens	$^1/_{400}$	des	Sollinhaltes,
$0,_5$ "	"	$0,_2$ "	"	$^1/_{200}$	"	"
$^1/_8$ "	"	$0,_{02}$ "	"	$^1/_{100}$	"	"

§. 9.

In Beziehung auf die Eichung der Schankgefäße und Fässer bleiben die näheren Bestimmungen vorbehalten.

III. Hohlmaße für trockene Gegenstände.

§. 10.

Hohlmaße für trockene Gegenstände werden nur in folgenden Größen zur Eichung und Stempelung zugelassen:

1 Hektoliter	$^1/_2$ oder $0,_5$ Liter
$^1/_2$ oder $0,_5$ Hektoliter	$^1/_4$ Liter
20 Liter	$^1/_8$ "
10 "	$^1/_{16}$ "
5 "	$0,_2$ "
2 "	$0,_1$ "
1 "	$0,_{05}$ "

Diese Maße können in Holz oder in Metall ausgeführt werden.

§. 11.

In Betreff der Gestalt, der Beschaffenheit und Bezeichnung vorstehender Maße wird Folgendes vorgeschrieben:

1) Alle Maße müssen in Form eines Cylinders ausgeführt werden, dessen Durchmesser zur Höhe sich wie 3 zu 2 verhält.

Für die größeren Maße von 1 Hektoliter bis 1 Liter incl. sind im Durchmesser Abweichungen bis zu 3 Proz. und für die kleineren Maße bis zu 5 Proz. zulässig.

Es ergeben sich hienach für die verschiedenen Maßgrößen folgende Durchmesser in Millimetern:

Größe des Maßes.	Berechnete Durchmesser.	Der Durchmesser darf betragen: höchstens	mindestens
1 Hektoliter	575,9 mm.	593 mm.	559 mm.
0,5 „	457,1 „	471 „	443 „
20 Liter . .	336,8 „	347 „	327 „
10 „ . .	267,3 „	275 „	259 „
5 „ . .	212,2 „	218 „	206 „
2 „ . .	156,3 „	161 „	152 „
1 „ . .	124,1 „	128 „	120 „
0,5 „ . .	98,5 „	103 „	94 „
1/4 „ . .	78,1 „	82 „	74 „
1/8 „ . .	62,0 „	65 „	59 „
1/16 „ . .	49,2 „	52 „	47 „

2) Maße aus Holz müssen aus gut ausgetrocknetem Holz ausgeführt sein. Der Boden derselben muß mit der cylindrischen Wandfläche dicht und dauerhaft verbunden, und der obere Rand muß mit einem eisernen Reif so versehen sein, daß das Gefäß mit eisernem Rande endet.

3) Das Hektoliter und das halbe Hektoliter müssen zur Sicherung der Gestalt einen mit Boden und Wandflächen fest verbundenen Beschlag aus Bandeisen, und zur Leitung des Streichholzes einen oberhalb diametral liegenden Steg besitzen, der mit einer eisernen, lothrecht auf der Mitte des Bodens stehenden Stange fest verbunden ist.

4) Auf Daubenmaßen sind die Dauben einzeln mit den umgelegten Eisenreifen zu verbinden.

5) Maße aus Eisenblech oder Kupferblech müssen zur Sicherung ihrer Gestalt am oberen Rande durch einen Metallreif oder durch einen eingelegten Draht verstärkt sein. Zur Sicherung gegen Rost oder Oxydationen müssen sie mit einem passenden Firniß überzogen sein. Die größeren Maße, Hektoliter und halbes Hektoliter, müssen überdies, wie die Maße aus Holz, mit einem Steg versehen sein.

6) Die Bezeichnung des Inhaltes der Maße muß in deutlicher, nicht verwischbarer Schrift auf der äußeren Fläche bei den zwei größeren Maßen durch 1 H, $0{,}_5$ H oder $^1/_2$ H oder Hektoliter, für die kleineren Maße durch die im §. 10 aufgeführten Zahlen und Brüche unter Zufügung von L oder Liter erfolgen.

7) Maße aus Blech besitzen am oberen äußeren Rande an zwei diametral gegenüberstehenden Stellen aufgelöthete Zinnblättchen zur Aufnahme des Stempels.

§. 12.

Beim Eichen sind die in der Instruktion der Verifikatoren angegebenen Vorschriften zu befolgen, und es darf ein Maß nur dann gestempelt werden, wenn bei der Vergleichung mit den Eichungsnormalen entweder in Mehr oder Minder eine größere Abweichung vom Sollinhalte nicht stattfindet, als:

für eine Größe von	bei Maßen aus Metall	bei Maßen aus Holz
1 H und $0{,}_5$ H	$^1/_{500}$ des Sollinhaltes	$^1/_{250}$ des Sollinhaltes
20 L bis 1 L	$^1/_{400}$ " "	$^1/_{200}$ " "
$0{,}_5$ L bis $0{,}_2$ L	$^1/_{200}$ " "	$^1/_{100}$ " "
$^1/_8$ bis $0{,}_{05}$ L	$^1/_{100}$ " "	$^1/_{50}$ " "

IV. Gewichte.

§. 13.

Die Gewichte können aus Eisen, Messing oder sonst einem nicht minder festen Metall hergestellt werden.

A. Gewichte aus Gußeisen.

§. 14.

Die zur Eichung und Stempelung zulässigen gußeisernen Gewichte sind:

50 Kilogramm oder 1 Zentner,	500 Gramm oder 1 Pfund,
50 Pfund oder 1/2 Zentner,	1/2 Pfund,
20 Kilogramm,	200 Gramm,
10 „	100 „
5 „	50 „
2 „	
1 „	

§. 15.

In Betreff der Gestalt, der Beschaffenheit und Bezeichnung dieser Gewichtsstücke wird vorgeschrieben:

1) Jedes Gewichtsstück muß deutlich und untrennbar die Bezeichnung seiner Gewichtsgröße an der oberen Fläche enthalten. Die Bezeichnung der Einheiten kann in abgekürzter Form, also durch K oder G, oder in vollständiger Angabe des Einheitsnamens bestehen.

Die aus der dezimalen Abstufung der Kilogramm-Reihe heraustretenden Stücke von 50 Pfund und 1/2 Pfund sind nur mit der Bezeichnung 50 Pf. oder 50 ℔ nnd 1/2 Pf. oder 1/2 ℔ zu versehen.

2) Die Form der Gewichtsstücke ist cylinderförmig. Das Gewichtsstück von 50 Pfund oder einem halben Zentner erhält eine bombenförmige Gestalt. Die Gewichtsstücke der Kilogramm-Reihe von 50 K bis 500 G abwärts erhalten eine Cylindergestalt der Art, daß der Durchmesser gleich ist der Höhe. Gewichtsstücke von 1/2 Pfund sind in Cylindergestalt mit solchen Dimensionen auszuführen, daß die Höhe gleich ist der Hälfte des Durchmessers.

Die Gewichtsstücke von 50 K, 50 ℔ und 20 K sind mit einem schmiedeisernen Griff versehen, der direkt, d. h. ohne fremdes Zwischenmittel, Blei und dergleichen, eingegossen ist.

Gewichtsstücke von 10 K bis 500 G incl. herab, ferner Gewichtsstücke von 1/2 ℔ sind mit einem angegossenen Knopf versehen.

Gewichtsstücke von 200 G, 100 G und 50 G sind in Cylinderform der Art herzustellen, daß die Höhe gleich ist der Hälfte des Durchmessers, und sind ohne Knopf herzustellen.

3) Jedes Gewichtsstück ist an seiner oberen Fläche mit einer kreisrunden Oeffnung versehen, die zu einem Hohlraum im Innern des Gewichtsstückes führt.

Der Hohlraum muß von solcher Größe sein, daß er ausreicht, um durch Füllung mit Eisenschrot oder Blei unter Einrechnung des zum Verschluß anzuwendenden Bleipfropfens das Gewicht richtig zu stellen.

Der Bleipfropfen ist zur Aufnahme des Stempels bestimmt und darf nicht über den Rand der Oeffnung vorstehen.

Die Mündung des Hohlraumes erweitert sich etwas nach Innen, so daß das Blei, auf welches der Stempel aufgetragen wird, dauernd festhält.

4) Gewichte, die unten hohl gegossen sind, dürfen nicht geeicht und gestempelt werden.

5) Gewichte, die größere Poren und Blasenräume an der Oberfläche besitzen oder von Formsand nicht gehörig gereinigt sind, werden von der Eichung und Stempelung ausgeschlossen.

B. Gewichte aus Messing.

§. 16.

Die Reihe der Gewichte aus Messing beginnt mit 10 Kilogramm und geht herab bis auf 1 Gramm. Die Reihenfolge ist:

10 Kilogramm,	100 Gramm,
5 "	50 "
2 "	20 "
1 "	10 " oder 1 Dekagramm,
500 Gramm oder 1 Pfund,	5 "
½ Pfund,	2 "
200 Gramm,	1 "

Die Messing-Gewichte müssen die Gestalt eines Cylinders besitzen, dessen Höhe gleich ist dem Durchmesser.

Nur für Gewichte von ½ ℔, von 2 und von 1 Gramm ist der Cylinder in solchen Dimensionen auszuführen, daß die Höhe gleich ist der Hälfte des Durchmessers.

In allen Fällen besitzt der Cylinder einen angegossenen Knopf, auf dessen oberer Fläche in Zahlen die Gewichts-

größe und in abgekürzter Bezeichnung die Benennung der Einheit angegeben ist. Das halbe Pfund ist mit der Bezeichnung $^1/_2$ Pf. oder $^1/_2$ ℔ zu versehen.

Die Gewichtsstücke bis einschließlich zum Dekagramm herab müssen an der oberen Fläche eine Oeffnung besitzen, welche zu einem Hohlraum im Innern des Gewichtsstückes führt.

In Betreff der Form der Oeffnung und der Größe der Hohlräume sind die gleichen Vorschriften wie bei den gußeisernen Gewichten zu beachten.

Auf Gewichtsstücke von 5 Gramm abwärts wird der Eichstempel unmittelbar auf der oberen Fläche des Cylinders aufgetragen.

C. **Gewichte aus anderen Metallen.**

§. 17.

Gewichte von $0{,}_5$ Gramm abwärts bis zu einem Milligramm können aus Platinblech, Silberblech und Aluminiumblech ausgeführt werden.

§. 18.

In Betreff der Genauigkeit wird vorgeschrieben:

Jedes zur Eichung vorgelegte Gewichtsstück ist unter Beobachtung des in der Instruktion angegebenen Verfahrens zu prüfen und erst dann durch den Stempel zu beglaubigen, wenn dasselbe höchstens um die nachfolgend angegebene Größe entweder um Zuviel oder Zuwenig von dem Eichungsnormal abweicht.

Größe des Gewichtsstückes.	Gestattete Abweichung a) bei Präcisionsgewichten:	Gestattete Abweichung b) bei gewöhnlichen Handelsgewichten:
50 K	$2{,}_5$ G	5 G
50 Pf.	2 "	4 "
20 K	2 "	4 "
10 "	$1{,}_{25}$ "	$2{,}_5$ "
5 "	$0{,}_{625}$ "	$1{,}_{25}$ "
2 "	$0{,}_{300}$ "	$0{,}_{60}$ "
1 "	$0{,}_{200}$ "	$0{,}_{40}$ "
500 G	$0{,}_{125}$ "	$0{,}_{25}$ "
$^1/_2$ Pf.	$0{,}_{063}$ "	$0{,}_{13}$ "

Größe des Gewichtsstückes.	Gestattete Abweichung a) bei Präcisions-gewichten:	b) bei gewöhnlichen Handelsgewichten:
200 G	0,050 G	0,10 G
100 "	0,030 "	0,06 "
50 "	0,025 "	0,05 "
20 "	0,015 "	0,03 "
10 "	0,010 "	0,02 "
5 "	0,006 "	
2 "	0,003 "	
1 "	0,002 "	
0,5 "	0,001 "	
0,2 "	0,001 "	
0,1 "	0,001 "	

§. 19.

Vorhandene, im Gebrauch befindliche Gewichtstücke von konischer Form, wie solche dermalen in der Pfalz eingeführt sind, bleiben, in soweit dieselben mit den in den §§. 14 und 16 bezeichneten Gewichtsgrößen übereinstimmen, zur Eichung und Stempelung zulässig, neue sind aber von der Eichung und Stempelung zurückzuweisen.

V. Waagen.

§. 20.

Zur Eichung zuzulassen sind nur:

1) Gleicharmige Waagen,
2) Schnellwaagen oder römische Waagen,
3) Brückenwaagen,
4) oberschalige Waagen oder Tafelwaagen.

Alle Waagen müssen mit der Bezeichnung ihrer Tragfähigkeit, d. i. der zulässig größten Belastung versehen sein. Diese Bezeichnung muß auf dem Balken der gleicharmigen und der Schnellwaagen durch Zahlen in Kilogrammen in vertiefter Schrift sichtbar gemacht sein. Bei Brückenwaagen ist diese Angabe auch auf einem blechernen Schilde, welches an der vorderen Seite des Gestelles zu befestigen ist, anzubringen.

Die speziellen Bedingungen der Stempelfähigkeit sind in den folgenden Paragraphen enthalten:

A. **Gleicharmige Waagen.**

§. 21.

1) Der Waagebalken muß aus Metall, gut gearbeitet sein und in seinen beiden Armen eine solche Uebereinstimmung der Gestalt zeigen, daß das bloße Auge keine Verschiedenheit wahrnehmen kann.

2) In der zur Unterstützung dienenden Scheere oder — bei Stativwaagen — in dem Ständer muß der Balken mittelst einer in seiner Mitte unwandelbar befestigten Stahlschneide, deren nach unten gekehrte Schneide in stählernen Pfannen ruht, in einer vertikalen Ebene frei spielen, ohne daß er selbst oder seine Zunge seitwärts anstreifen kann.

3) Die Zunge muß mit dem Waagebalken senkrecht über oder unter der Mittelschneide desselben auf eine unveränderliche Weise verbunden sein. Sie muß eine gerade Linie bilden, die beim Einspielen vertikal steht, während die Mittellinie des Balkens dann eine horizontale Lage hat.

4) Zum Aufhängen der Waagschalen dienen zwei mit ihren Schärfen nach oben gekehrte Stahlschneiden, die mit den Enden des Waagbalkens so verbunden sein müssen, daß sie unter sich und mit der als Drehachse dienenden Mittelschneide parallel sind. Außerdem müssen die Stahlschneiden auf der Ebene des Waagebalkens senkrecht stehen und eine genügende Härtung haben, um gegen eine zu schnelle Abnützung gesichert zu sein.

5) Die Pfannen in den Gehängen der Waagschalen müssen auf den zugehörigen Stahlschneiden ohne alle Klemmungen und seitliche Reibung frei spielen.

Die Art der Aufhängung, bei welcher an den Enden des Waagebalkens statt der nach oben gekehrten Stahlschneiden hohle Pfannen befestiget, die zugehörigen Schneiden aber in den Gehängen angebracht sind, ist fehlerhaft, und darf eine auf diese Weise construirte Waage nicht zur Stempelung zugelassen werden.

6) Der Waagebalken muß für sich ohne aufgehängte Waagschalen im Gleichgewichte sein, d. h. sich horizontal einstellen, und muß gleicharmig sein.

Da es sehr schwierig ist, Waagebalken genau und

gleicharmig herzustellen, so kann eine Abweichung, die nicht mehr als $^1/_{3000}$ der Länge eines Armes beträgt, als unschädlich nachgesehen werden.

7) Der Waagbalken und das Gehänge der Schalen müssen frei von allen Anhängseln und so beschaffen sein, daß der Besitzer eigenmächtig nicht leicht etwas von denselben nehmen oder denselben zufügen kann, ohne daß es bemerkt werde.

An den Schalen zur Ausgleichung angebrachtes Metall soll stets gut angelöthet sein.

8) Die Empfindlichkeit der Waage wird nach dem Uebergewicht beurtheilt, welches bei der bis zur größten Tragfähigkeit belasteten Waage erforderlich ist, um einen merkbaren Ausschlag zu erhalten.

Es werden unterschieden zwei Classen von Waagen, die eine bestimmt zum Wiegen von Waaren, von denen das Kilogramm höchstens 2 fl. kostet, die andere zum Wiegen werthvollerer Waaren. Für die erste Classe wird eine Empfindlichkeit der Art verlangt, daß ein Uebergewicht von $^1/_{1000}$, für die zweite Classe ein Uebergewicht von $^1/_{2000}$ der größten Belastung einen deutlich erkennbaren Ausschlag bewirkt.

Auch muß dieser Ausschlag von beiläufig gleicher Größe sein, rechts oder links, je nachdem das Uebergewicht in die linke oder in die rechte Waagschale gebracht wird.

B. Schnellwaage oder römische Waage.

§. 22.

Die Schnellwaage besteht aus einem ungleicharmigen Balken, der mittelst einer an beiden Seiten vortretenden Stahlschneide in stählernen Pfannen, der sogenannten Scheere, ruht. Eine ebensolche Schneide, nur mit nach oben gekehrter Schärfe, ist am Ende des kurzen Armes angebracht, und diese trägt vermittelst eines gabelförmigen, mit Stahlpfannen versehenen Gehänges einen Doppelhaken zum Aufhängen der Waagschaale, oder zur unmittelbaren Aufhängung der zu wiegenden Körper.

Um das Gewicht der letzteren zu bestimmen, dient ein

unveränderliches Gegengewicht, welches an dem langen Arme des Waagebalkens so aufgehängt ist, daß es versuchsweise hin- und hergeschoben werden kann, bis der Waagebalken in horizontaler Stellung zum Gleichgewicht kommt. Diese Stellung wird durch eine auf dem Waagebalken befestigte in der Scheere frei spielende Zunge angezeigt.

Auf dem langen Arme des Waagebalkens ist eine Theilung mit beigesetzten Zahlen angebracht, um mittelst derselben je nach der Stellung des Laufgewichtes das Gewicht der am kurzen Arm hängenden Last ablesen zu können.

Eine zur Stempelung zulässige Schnellwaage muß folgenden Anforderungen genügen:

1) Der Waagebalken muß von Metall und von solcher Stärke sein, daß selbst bei der größten Belastung eine Biegung des Balkens nicht eintritt.

2) Der Querschnitt des Balkens muß überall im Rechteck mit horizontalen und vertikalen Seiten sein.

Für vorhandene Waagen älterer Construktion sollen vorerst Querschnitte mit Zuschärfungen an dem obern Theile des Waagebalkens und mit Einschnitten für das Laufgewicht gestattet bleiben, ebenso Waagebalken mit Querschnitten einesübereck gestellten Quadrates.

3) Die Stahlschneiden müssen eine genügende Härtung besitzen, um gegen rasche Abnützung gesichert zu sein, und müssen eine solche Zuschärfung haben, daß sie die ebenfalls gehärteten Pfannen nur mit der äußersten Kante berühren.

4) Beide Schneiden müssen so mit dem Waagebalken verbunden sein, daß sie auf der Seitenfläche des letzteren senkrecht stehen, und daß eine durch ihre Schärfen gelegte gerade Linie mit der Zunge einen rechten Winkel bildet.

5) Wird eine Waagschale zur Aufnahme der zu wägenden Gegenstände angewendet, so muß das Gewicht derselben mit Einschluß der zu ihrer Aufhängung dienenden Ketten und des zugehörigen Gehänges eine ganze Zahl von Kilogrammen betragen, welche auf der vorderen Seitenfläche des Gehänges in vertiefter Schrift angegeben sein muß.

6) Das Laufgewicht darf nicht, wie dies bei den ordinären Schnellwaagen zu geschehen pflegt, vermittelst eines

Hakens unmittelbar auf dem Rücken des Waagebalkens hängen, sondern auf letzteren muß eine Hülse geschoben sein, an beiden Seiten mit vorstehenden Stahlschneiden und einem gabelförmigen Gehänge versehen, dessen unteres Verbindungsstück einen Haken zum Aufhängen des Laufgewichtes trägt.

7) Die an beiden Seiten der Hülse vortretenden Stahlschneiden müssen mit ihren nach oben gekehrten Schärfen eine gerade Linie bilden, die mit den Schärfen der beiden früher genannten Schneiden parallel ist. Auch muß diese Linie wo möglich in der durch die beiden ersten Schärfen gelegten Ebene sich befinden; sie darf nie oberhalb derselben und darf höchstens $0,_5$ Zentimeter unterhalb derselben liegen.

8) Das Laufgewicht muß entweder die Gestalt einer Kugel oder die eines stark abgerundeten Cylinders besitzen.

Das Laufgewicht in Verbindung mit dem gabelförmigen Gehänge und der verschiebbaren Hülse bildet das ganze Gegengewicht, welches stets eine ganze, auf der Hülse und auf dem Laufgewicht in vertiefter Schrift angegebene Anzahl von Kilogrammen betragen muß.

9) Die Theilung am langen Arm des Waagebalkens muß auf einer der Seitenflächen desselben angebracht und eine gleichmäßige sein, d. h. je zwei aufeinanderfolgende Theilstriche müssen immer gleiche Entfernungen von einander haben.

10) Die genannten Entfernungen dürfen nicht weniger als 3 Millimeter sein, und die den Theilstrichen beizusetzenden Zahlen dürfen nur die ganzen Kilogramme ausdrücken, während etwa vorkommende Theilstriche für Bruchtheile des Kilogrammes ohne nummerische Bezeichnung zu lassen sind.

11) Die Hülse muß auf dem abgeschrägten Rande der einen Seite, welche über die vorerwähnte Theilung fortgleitet, mit einem scharf eingerissenen senkrechten Striche versehen sein, der als Index dient, um durch das Zusammentreffen desselben mit irgend einem Theilstriche der Skala das entsprechende Gewicht richtig ablesen zu können.

Zur Abwägung größerer und kleinerer Lasten können Schnellwaagen mit zwei Skalen, die eine auf der vordern, die andere auf der entgegengesetzten Seite des Waagebalkens

verwendet werden. Der Waagebalken ist in diesem Falle mit zwei Scheeren und zwei Drehungsachsen, in verschiedenen Abständen vom Aufhängungspunkte der Last versehen, und wird umgekantet, je nachdem von der einen oder von der andern Drehungsachse Gebrauch gemacht werden soll. Für beide Skalen gelten die gleichen oben angegebenen construktiven Bestimmungen.

Zur Beurtheilung der Stempelungsfähigkeit solcher Waagen ist also eine doppelte Prüfung nöthig.

Die Richtigkeit der Schnellwaage ist bedingt durch die Eintheilung der Skala, die Größe des Gegengewichtes und durch die Stellung des Zeigerstriches auf der Hülse, an welcher das Gegengewicht aufgehangen ist. Hinsichtlich der Empfindlichkeit einer Schnellwaage wird verlangt, daß sie unter Belastung bis zum Maximum ihrer Tragfähigkeit unter Zufügung von $^1/_{1000}$ dieser Belastung einen deutlich erkennbaren Ausschlag gebe.

C. Brückenwaage.

§. 23.

Im Allgemeinen sollen nur diejenigen Vorrichtungen, welche unter dem Namen der Straßburger Brückenwaage bekannt sind, zur Eichung und Stempelung zugelassen werden.

Die wesentlichen, der Prüfung zu unterwerfenden Bestandtheile der Brückenwaage sind folgende:

1) Der ungleicharmige Waagebalken, dessen Drehpunkt in einer auf dem Ständer befestigten Stahlpfanne angebracht ist, und der am Ende seines längeren Armes die Schale zur Aufnahme der Gewichte trägt. Am kürzeren Arme befinden sich zwei Anfhängpunkte: der am äußersten Ende zur Aufhängung des Tragehebels, und der dem Drehpunkte zunächstliegende, zum Tragen der Brücke dienend.

2) Der unter der Brücke horizontal gelagerte Traghebel ist aus zweien auf der hohen Kante stehenden Eisenstangen in Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks zusammengesetzt. Die Basis dieses Dreiecks bildet das hintere Ende des Traghebels, und hier sind unter den Schenkeln desselben zwei, eine gerade Linie bildende Stahlschneiden be-

festigt, welche, in unbeweglichen Stahlpfannen ruhend, dem Hebel zum Stützpunkte dienen. Mit dem vorderen Ende ist dagegen der Hebel durch eine senkrechte Eisenstange am äußeren Ende des kurzen Armes vom Waagebalken aufgehangen.

3) Die waagerechte Brücke zur Aufnahme der Last. Es wird dieselbe einerseits durch eine am kürzeren Arme des Waagebalkens aufgehangene eiserne Stange getragen, andererseits ruht sie auf zwei Stahlschneiden, die auf den Schenkeln des Traghebels so befestigt sind, daß ihre nach oben gekehrten Schneiden in eine gerade Linie fallen.

4) Zur horizontalen Stellung der Brücke dient ein Loth, welches an der vorderen Seite des den Wagebalken tragenden Ständers so angebracht ist, daß die Spitze desselben senkrecht über einem festen Punkte steht, wenn die Brücke waagerecht steht.

5) Der Regulator, bestehend in einem, am langen Arme des Waagebalkens angebrachten verschiebbaren, kugelförmigen oder cylindrischen Gewichte, um die Gewichte sämmtlicher Theile so auszugleichen, daß bei unbelasteter Waage die Zunge richtig einspielt.

Alle diese Bestandtheile müssen sorgfältig gearbeitet und in solchen Abmessungen ausgeführt sein, wie sie dem Maximum der Tragfähigkeit der Waage entsprechen. Alle Verbindungen zwischen den beweglichen Theilen und die festen Unterstützungen derselben müssen mittelst gehärteter Schneiden und Pfannen so hergestellt sein, daß in denselben eine möglichst freie Drehbewegung ohne merkliche Reibung stattfinden kann.

Am Waagebalken müssen die drei Aufhängepunkte mit dem Unterstützungspunkte des Balkens möglichst genau in einer geraden Linie liegen, und die Schneiden der am Traghebel befestigten Stahlprismen müssen in einer waagerechten Ebene liegen.

In Betreff der Richtigkeit müssen die Brückenwaagen folgende zwei Bedingungen erfüllen:

1) muß es hinsichtlich des zum Gleichgewicht erforderlichen Gegengewichtes gleichgiltig sein, auf welche Stelle der Brücke die zu wägende Last zu legen ist;

2) muß ein bestimmtes Verhältniß zwischen den sich das Gleichgewicht haltenden Gewichten stattfinden, welches Verhältniß kein anderes als das von 1 : 10 sein darf.

Bei Centesimalwaagen treten als wesentliche Bestandtheile der Waage, außer dem unter der Brücke horizontal gelagerten Traghebel, noch zwei andere, ebenfalls horizontal gelagerte Traghebel hinzu, welche das Gewicht der Brücke und deren Belastung auf den ersten Hebel übertragen.

Die Empfindlichkeit der Brückenwaage wird dahin festgesetzt, daß bei größter Belastung der Waage durch Hinzufügung von $^{1}/_{1000}$ dieser Last ein deutlich erkennbarer Ausschlag eintreten muß.

D. Oberschalige Waagen oder Tafelwaagen.

§. 24.

Oberschalige Waagen oder Tafelwaagen sind nur dann zulässig, wenn trotz einer Verschiebung des Gewichtes oder der Last auf verschiedene Stellen ihrer Waagschaalen eine verschiedene Angabe nicht erfolgt; wenn sie bei der ungünstigsten Stellung von Gewicht und Last auf den Waagschalen noch eine innerhalb der im §. 21 vorgeschriebenen Grenzen liegende Empfindlichkeit zeigen, und wenn eine nicht ganz horizontale Aufstellung eine unrichtige Angabe nicht zur Folge hat.

§. 25.

Stempelung.

Die Stempelung der Waagen geschieht durch Anlegung einer Plombe.

Schloß Berg, den 14. September 1869.

Ludwig.

von Schlör.

Auf Königlich Allerhöchsten Befehl:
der Generalsecretär, Ministerialrath v. Cetto.

I. Lehrstunde.

Das Meter und seine Theile.

Das Meter ist zehn Millionen Mal in dem Abstande eines Poles der Erde vom Aequator enthalten, wobei dieser Abstand längs des Meridianes und nach der Meeresfläche gemessen ist.

Zur Versinnlichung wird hier der Lehrer an die Tafel einen Kreis zeichnen, dessen Umfang einen Meridian vorstellen soll. Der vierte Theil desselben ist alsdann 10 Millionen Meter lang. Denkt man sich diesen Viertelskreis in eine gerade Linie ausgebreitet und theilt alsdann die Länge derselben in 10 Millionen gleiche Theile, so ist jeder davon ein Meter.

Das Meter ist die Einheit der Längenmaße mit welchen gerade und krumme Linien gemessen werden.

Hier zeigt der Lehrer das Meter selbst vor und wiederholt dabei, daß dasselbe 10 Millionen Mal in der Entfernung eines Poles der Erde vom Aequator enthalten sei und folglich 40 Millionen Mal im ganzen Erdumfang. Es ist ungefähr $3^1/_2$ oder genauer 3,426 bayerische Fuß lang.

Das Meter wird eingetheilt in zehn gleiche Theile, die man Dezimeter nennt.

Der Lehrer wird diese Eintheilung an der ganzen Länge des Maßstabes zeigen und zugleich darauf aufmerksam machen, daß die Länge des Dezimeters ungefähr gleich sei der Breite seiner Hand oder der fünf Finger, so daß, wenn man die Breite der Hand zehnmal aneinander legt, man nahezu die Länge des Meters erhält.

Jedes Dezimeter ist wiederum in zehn gleiche Theile getheilt, die Zentimeter heißen, so daß also 100 Zentimeter auf ein Meter gehen.

Auf dem Maßstab ist immer das fünfte Zentimeter eines jeden Dezimeters durch einen längeren Strich bezeichnet als die übrigen, um dadurch die Uebersichtlichkeit der Eintheilung zu vergrößern.

Da das Dezimeter nahezu die Breite der fünf Finger darstellt, so wird die Breite eines Fingers ungefähr zwei Zentimeter betragen.

Das Meter ist seiner ganzen Länge nach in Zentimeter eingetheilt, so daß also dasselbe 100 Theile enthält. Die Dezimeter sind aber nicht mit den Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 bezeichnet, sondern mit 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, welche Zahlen also ebenso viele Zentimeter bedeuten.

Endlich ist jedes Zentimeter wieder in zehn gleiche Theile getheilt, die Millimeter genannt werden. Das Meter enthält 1000 Millimeter.

Auf dem Maßstab ist nur das erste Dezimeter in Millimeter eingetheilt; dasselbe enthält 100 Millimeter. Das fünfte Millimeter eines jeden Zentimeters ist durch einen längeren Strich bezeichnet als die übrigen, um sogleich die Hälfte eines Zentimeters zu erkennen.

Es ist unmöglich, auf Holz ein Millimeter noch weiter in zehn Theile zu theilen, so daß die Ausführung auf die dritte zehntheilige Eintheilung des Meters beschränkt ist. Dagegen kann man durch einige Uebung leicht die zehnten Theile des Millimeters schätzen.

Beistehende Figur stellt die Länge eines Dezimeters dar, das in 10 Zentimeter getheilt ist; das erste Zentimeter ist in Millimeter eingetheilt.

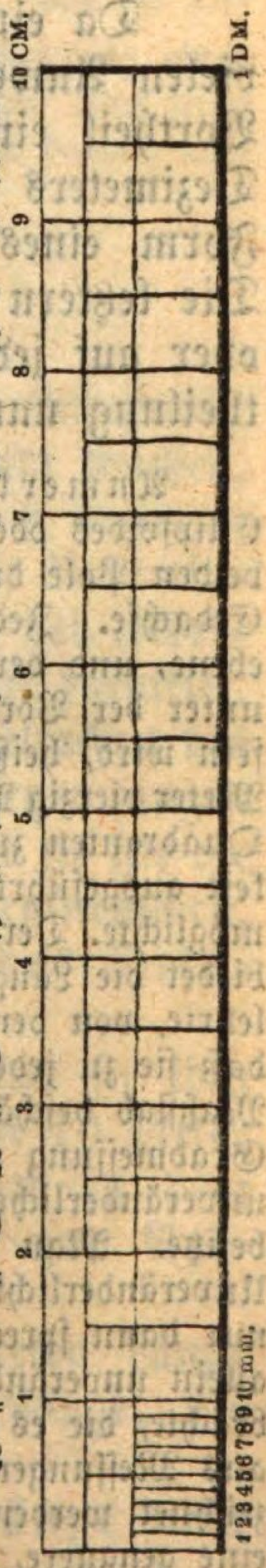


Fig. 1.

Das Meter und seine Theile sind also in folgender Tabelle enthalten:

Meter		Dezimeter		Zentimeter		Millimeter
1	=	10	=	100	=	1000
		1	=	10	=	100
				1	=	10

Am Schlusse der Lehrstunde wird der Lehrer das Meter noch den Schülern vorzeigen und sie zugleich auf die Theilungen desselben aufmerksam machen.

Da ein Meter sowohl als Taschenmaß als auch zu vielen Anwendungen zu lang wäre, so wird man sich mit Vortheil eines Maßstabes von der Länge eines doppelten Dezimeters bedienen. Diese Maßstäbe haben entweder die Form eines Lineals oder die eines dreiseitigen Prismas. Die letztern sind sehr bequem, da man sie auf das Papier oder auf jede andere Ebene so legen kann, daß die Eintheilung unmittelbar die Fläche berührt.

Anmerkung. Die Erde hat die Gestalt eines Umdrehungs-Ellipsoides oder nahezu die Gestalt einer Kugel. Denkt man sich die beiden Pole durch eine gerade Linie verbunden, so heißt diese die Erdachse. Jede durch diese Achse gelegte Ebene heißt eine Meridianebene, und der Schnitt einer solchen Ebene mit der Erdoberfläche, der unter der Voraussetzung der Kugelgestalt der Erde ein größter Kreis sein wird, heißt Meridian. In dem Umfang dieses Kreises ist das Meter vierzig Millionen Mal enthalten. Um die Länge eines Meridian-Quadranten zu finden, wurden Gradmessungen mit all' der Genauigkeit ausgeführt, welche damals die Feinheit der Meßinstrumente ermöglichte. Der zehnmillionste Theil des hieraus abgeleiteten Quadranten bildet die Längeneinheit des metrischen Maßsystemes. Französische Gelehrte, von denen der Vorschlag ausging, rühmten von dieser Einheit, daß sie zu jeder Zeit, auch wenn der darnach ausgeführte Original-Maßstab beschädiget würde oder verloren ginge, durch eine erneuerte Gradmessung reproducirt werden könne, daß man in derselben eine unveränderliche, durch die Natur gegebene, Länge, ein Naturmaß besitze. Man sieht ein, daß, abgesehen von der nur angenommenen Unveränderlichkeit des Erddurchmessers, man von einem Naturmaß nur dann sprechen könnte, wenn die Natur einen Körper von nicht allein unveränderlichen, sondern auch von solchen Dimensionen hervorbrächte, die es erlauben, unmittelbar eine Kopie zu nehmen. Jede erst aus Messungen abgeleitete Größe kann nicht mehr als Naturmaß bezeichnet werden, denn jede Verbesserung der Meßinstrumente würde eine genauere, also auch eine andere Größe als Urmaß liefern.

Man hat schließlich in Frankreich als Urmaßstab des Meters einen bestimmten Platinstab bezeichnet, der in bestimmter Temperatur eine Länge besitzt, welche den zehnmillionten Theil jener Länge darstellt, die

man auf Grund der damaligen Gradmessungen als Länge des Meridianquadranten erhalten hatte. Das Urmaß des Meters ist hiernach ein vollkommen bestimmtes Maß, und ist ebenso genau als jener Stab genau und unveränderlich seine Gestalt beibehält. Ein Naturmaß ist es aber nicht. In der That haben die neueren und genaueren Gradmessungen eine etwas größere Länge für den Meridianquadranten ergeben. Das Urmaß des Meters entspricht also nicht genau seiner Definition. Groß ist der Unterschied nicht, er beträgt nach Bessel nur $\frac{885}{10\,000\,000}$ des Meters, immerhin aber groß genug, um die Behauptung zu begründen, daß das Meter nicht die Bedeutung eines Naturmaßes besitze. Der Vorzug des metrischen Maßsystemes liegt nicht in der Einheit, die zu Grunde gelegt ist, sondern in dem darauf aufgebauten Systeme.

II. Lehrstunde.

Das Meter und seine Vielfachen.

Nachdem der Lehrer den Stoff der ersten Lehrstunde kurz wiederholt hat, wird er darauf aufmerksam machen, daß die Eintheilung des Meters eine durchaus dezimale sei, und auf den Vortheil hinweisen, den diese Uebereinstimmung mit unserem dekadischen Zahlensystem bei Ueberführung des Meters in seine Theile und umgekehrt darbietet.

Es ist nun natürlich, daß man auch die Vielfachen des Meters in derselben Weise herstellt; wie die Benennungen für die Theile des Meters der lateinischen, so sind sie für die Vielfachen des Meters der griechischen Sprache entnommen.

Eine Länge von 10 Metern heißt das Dekameter.

Der Lehrer wird dann eine Meßkette, wenn sie ihm zur Verfügung steht, abwickeln, die in der That 10 Meter lang ist und Dekameter genannt wird; er hat zu dem Ende vorher für eine genügende Entfernung zur Ausführung dieser Operation Sorge getragen.

Wenn man nun diese Kette von 10 Meter Länge zehnmal aneinander legt, so erhält man eine Länge, die mit dem Namen Hektometer bezeichnet wird.

Das Hektometer ist also eine Länge von 100 Metern.

In dem Falle, daß ein Weg sich zur Abmessung dieser Länge darbietet, wird der Lehrer auf demselben eine Länge

von einem Hektometer abstecken und die Schüler darauf aufmerksam machen, daß man diese Entfernung bei gewöhnlichem Schritte in ungefähr $1^1/_3$ Minuten zurücklegen könne.

Eine Länge von 10 Hektometern oder von 1000 Metern heißt das Kilometer.

Unter obiger Bedingung durchläuft man das Kilometer in ungefähr 13 Minuten.

Eine Länge von 10 000 Metern wird mit dem Namen Myriameter belegt.

Diese Länge wird in 133 Minuten oder in 2 Stunden 13 Minuten durchgangen.

In dieser Weise fortfahrend findet man, daß man 100 000 Meter in 1333 Minuten, 1 000 000 Meter in 13 333 Minuten, 10 000 000 Meter oder die Entfernung der Erdpole vom Aequator in 133 333 Minuten, d. h. in 2222 Stunden oder in nahe 93 Tagen, oder in etwas mehr als 3 Monaten zurücklegen könnte. Daraus folgt alsdann, daß man die Reise um die Erde in etwas mehr als einem Jahre ausführen könnte, wenn man, ohne sich aufzuhalten, immer in gleichem Schritte fortmarschirte, und wenn sich nicht verschiedene Hindernisse, wie die Unebenheiten des Bodens, die Meere 2c. entgegenstellen würden.

Das Myriameter dient zur Messung der größten Entfernungen; kleinere Entfernungen, z. B. Bahnlängen, werden durch das Kilometer ausgedrückt, welche beiden Maße mit dem Namen Wegmesser oder Wegmaße bezeichnet werden.

Das Myriameter ist tausendmal in der Länge des Meridianquadranten enthalten, ebenso wie das Millimeter tausendmal in der Längeneinheit, im Meter, enthalten ist. So oft also das größte Wegmaß in der Entfernung des Poles vom Aequator, so oft ist das kleinste der Maße in der Einheit des Systemes enthalten, so daß also ein Mensch, der ein Myriameter durchgangen hat, während ein kleines Insekt ein Millimeter durchkroch, zur Zurücklegung des Meridianquadranten dieselbe Zeit brauchen würde, wie dieses zur Zurücklegung eines Meters. Als wirkliche größere Längenmaße wendet man gewöhnlich das Dekameter und das doppelte Dekameter an.

Die vollständige Uebersichtstabelle für die metrischen Längenmaße läßt sich in folgender Weise darstellen:

Myriameter		Kilometer		Hektometer		Dekameter		(Einheit) Meter		Dezimeter		Zentimeter		Millimeter
1	=	10	=	100	=	1000	=	10 000	=	100 000	=	1 000 000	=	10 000 000
		1	=	10	=	100	=	1 000	=	10 000	=	100 000	=	1 000 000
				1	=	10	=	100	=	1 000	=	10 000	=	100 000
						1	=	10	=	100	=	1 000	=	10 000
								1	=	10	=	100	=	1 000
										1	=	10	=	100
												1	=	10

Anmerkung. Die bayerische Maß- und Gewichtsordnung zählt an Längenmaßen auf: das Meter, das Dezimeter, das Zentimeter, das Millimeter, das Dekameter und das Kilometer. Die Maß- und Gewichtsordnung für den Norddeutschen Bund sieht vom Dezimeter ab und läßt neben obigen Benennungen auch deutsche Namen zu, wie Stab, Neuzoll, Strich, Kette. Die Motive zum Gesetzentwurf sagen in diesem Betreff: „Nach dem Vorbilde des Frankfurter Entwurfes, nach welchem das Metermaß im frühern deutschen Bund eingeführt werden sollte, des Entwurfes einer Maß- u. Gewichtsordnung für die österreichische Monarchie, und der Maß- und Gewichtsordnung für den Norddeutschen Bund sind im Gesetzentwurf nicht alle, sondern nur jene Glieder aufgenommen, welche für den praktischen Gebrauch als nothwendig oder mindestens als zweckmäßig sich darstellen."

„Was die Nomenclatur anlangt, so erscheint es natürlich, und zur Fernhaltung von Mißverständnissen, wie zur Erleichterung des internationalen Verkehrs dienlich, wenn mit der von auswärts her ent-

nommenen Sache auch die ihr eigenthümlichen Benennungen nach Deutschland übertragen werden. Die dem Sprachschatz des klassischen Alterthums entnommenen Namen, wie Meter, Liter ꝛc. fügen sich unschwer der deutschen Sprache ein, sind zum Theil selbst in Zusammensetzungen schon eingebürgert und in den allgemeinen Gebrauch übergegangen. Sollte sich ein Bedürfniß nach deutschen Namen ergeben, so kann deren Bildung füglich dem sichern Instinkt des Volkes überlassen werden." . . .

In den beiden vorstehenden Lehrstunden wurden die metrischen Längenmaße vollständig aufgezählt, um an denselben den dezimalen Aufbau des ganzen Systemes zu zeigen. Für den praktischen Gebrauch sind aber nicht alle diese Benennungen nothwendig; deßhalb sieht das Gesetz auch von den überflüssigen ab und führt bloß die nothwendigen oder zweckmäßigen an.

Was von den Längenmaßen gilt, dasselbe läßt sich auch über die Flächen- und Körpermaße, sowie die Gewichte des metrischen Systemes bemerken. Die fünf Grundeinheiten des Systemes: Meter, Are, Stere (Einheit des Holzmaßes in Frankreich), Liter, Gramm allein bilden mit ihren Vielfachen und Unterabtheilungen nicht weniger als 40 Glieder, wozu noch als Flächen- und Raummaße die Quadrate und Würfel der Längeneinheit kommen. Es versteht sich von selbst, daß diese beträchtliche Anzahl von Maßgrößen die Bedürfnisse des praktischen Lebens und der Wissenschaft weit übersteigt, und durch Beibehaltung derselben würde bloß das Gedächtniß beschwert, die Vorstellung verwirrt und das rasche Eindringen des Systemes in das Volksleben wesentlich erschwert werden. Es werden deßhalb im Folgenden nur die durch das Gesetz beibehaltenen Benennungen zur Anwendung kommen, alle übrigen dagegen vermieden werden.

III. Lehrstunde.

Graphische Einübung der Längenmaße des metrischen Systemes.

Diese dritte Lektion soll zunächst eine Wiederholung der beiden ersten sein. Zu diesem Ende wird der Lehrer der Reihe nach an die Schüler folgende Fragen stellen:

Welches ist die Einheit der Längenmaße?

Wie oft ist das Meter in der Entfernung eines Poles der Erde vom Aequator, gemessen längs eines Meridianes, oder was dasselbe ist, im Meridianquadranten enthalten?

Wie oft in dem Erdumfang?
Wie theilt man das Meter ein?
Wie theilt man das Dezimeter?
Wie das Zentimeter?
Wie heißt man eine Länge von 10 Metern?
Wie eine solche von 1000 Metern?

Zeigt auf dem Meter-Maßstabe die Theilung nach Dezimetern.

Zeigt die Theilung nach Zentimetern und nach Millimetern.

Wie viele Millimeter sind im Dezimeter enthalten?
Wie viele Millimeter in einem Meter?
Wie viele Zentimeter in einem Meter?

Mit welchem Wegmaß werden meist die Entfernungen z. B. Bahnlängen gemessen?

Wie oft ist das Kilometer in dem Meridianquadranten enthalten?

In wie viel Minuten durchläuft man das Kilometer?
In wie viel Tagen den Meridianquadranten?
In welcher Zeit den Erdumfang?

Welches sind die kleinsten Theile, die auf den Maßstäben angegeben sind?

Nach diesen Fragen wird der Lehrer zur graphischen (zeichnenden) Darstellung der Maße schreiten.

Jeder Schüler hat zu dem Ende vor sich eine Tafel oder ein Blatt Papier liegen, und der Lehrer ordnet an, daß jeder aus seinem Gedächtniß die Länge eines Dezimeters zeichne. Mit einem Maßstab wird er alsdann die einzelnen Längen abmessen und jedem Schüler zeigen, um wie viele Millimeter die von ihm gezeichnete Länge kürzer oder länger ist als ein Dezimeter.

Der Lehrer wird alsdann alle Dezimeter abzulöschen

und sie ein zweites Mal zu ziehen heißen. Alsdann wird er die Resultate dieses zweiten Versuches prüfen.

Dieselbe Operation wird hierauf auch mit dem Zentimeter vorgenommen, und dasselbe nach dem Augenmaß in zehn gleiche Theile, Millimeter, getheilt.

Endlich wird der Lehrer von den einzelnen Schülern an der Tafel die Länge eines Meters mit Kreide zeichnen lassen, die gezogenen Linien mittelst des Maßstabes abmessen und jeden einzelnen auf die Größe des von ihm begangenen Fehlers aufmerksam machen.

Um die Vielfachen des Meters ebenfalls dem Gedächtnisse der Schüler einzuprägen, wird er wenn möglich auf dem Felde bestimmte Längen nach Dekametern und Metern abschätzen lassen, und stets dafür Sorge tragen, diese Schätzungen durch Messungen mit der Meßkette zu prüfen und zu bestätigen.

Diese Methode dürfte jedenfalls geeignet sein, die Schüler mit den einzelnen Maßen vertraut zu machen, und besonders auch, um das Augenmaß derselben zu schärfen.

Anmerkung. Die Maße zur Bestimmung größerer Längen, also die Maße von 20, 10 und 5 Meter sind nach §. 3 der allerhöchsten Verordnung vom 14. Sept. 1869 in Kettenform aus Eisendraht herzustellen. Jedes Kettenglied kann die Länge von einem, zwei oder fünf Dezimetern haben, wobei der innere Durchmesser des Ringes mitgerechnet ist. Dieser Ring muß von Meter zu Meter aus einem Metall bestehen, welches sich durch seine Farbe von Eisen unterscheidet.

IV. Lehrstunde.

Uebungen über das Ablesen und Anschreiben der metrischen Maße.

Nach kurzer Wiederholung der früher gestellten Fragen legt der Lehrer seinen Schülern der Reihe nach den Meter-Maßstab vor und verlangt, daß auf demselben gezeigt werde:

Eine Länge von drei Dezimetern.
Eine Länge von sieben Dezimetern.
Eine Länge von fünf Dezimetern.
Eine Länge von neun Dezimetern.
Eine Länge von fünf Zentimetern.
Eine Länge von neun Zentimetern.

Eine Länge von drei Zentimetern.
Eine Länge von drei Dezimetern fünf Zentimetern.
Eine Länge von fünf Dezimetern sieben Zentimetern.
Eine Länge von zwei Dezimetern drei Zentimetern.
Eine Länge von 72 Zentimetern.
Eine Länge von 57 Zentimetern.
Eine Länge von 93 Zentimetern.

Ferner wird sich der Lehrer auf dem doppelten Dezimeter-Maßstab folgende Größen zeigen lassen:

Eine Länge von 7 Millimetern.
Eine Länge von 5 Millimetern.
Eine Länge von 7 Zentimetern und 8 Millimetern.
Eine Länge von 3 Zentimetern und 9 Millimetern.
Eine Länge von 23 Millimetern.
Eine Länge von 78 Millimetern.
Eine Länge von 12 Zentimetern und 7 Millimetern.
Eine Länge von 127 Millimetern.

Hierauf wird der Lehrer sowohl auf dem Meter- als auch auf dem doppelten Dezimeter-Maßstab die oben angeschriebenen Längen bezeichnen und von den Schülern in Dezimetern, Zentimetern und Millimetern ablesen lassen, also die umgekehrte Operation vornehmen.

Was das Anschreiben der metrischen Maße betrifft, so tritt dabei der Vortheil der dezimalen Eintheilung so recht vor Augen; nothwendig ist dazu die Kenntniß der Dezimalbrüche, die bei ihrer Einfachheit aber leicht in den obern Klassen der Volksschule gelehrt werden können. Beachtet man die am Ende der zweiten Lektion angegebenen Tabelle, so sieht man, daß

die Meter in die Einerstelle,
die Dekameter in die Zehnerstelle,
die Kilometer in die Tausenderstelle

zu stehen kommen.

Ebenso schreibt man:

die Dezimeter in die I. Stelle nach dem Dezimalzeichen oder in die Stelle der Zehntel;
die Zentimeter in die II. Stelle nach dem Dezimalzeichen oder in die Stelle der Hundertel;

die Millimeter in die III. Stelle nach dem Dezimalzeichen oder in die Stelle der Tausendel.

Der Lehrer wird nun nach dieser Regel die oben angegebenen Längenmaße anschreiben und ablesen lassen und umgekehrt dieselben diktiren und anschreiben lassen.

Ferner sollen hier noch zur Erlangung einer gewissen Fertigkeit in der Anwendung des metrischen Systemes folgende einfache Aufgaben gelöst werden:

1) 33 Meter = ? Dezimeter,
= ? Dekameter.

Antwort: 1 Meter = 10 Dezimeter,
33 Meter = 330 Dezimeter,
1 Meter = 0,1 Dekameter,
33 Meter = 3,3 Dekameter.

2) 7 Dekam. = ? Millimeter,
= ? Kilometer.

Antwort: 1 Dekam. = 10000 Millimeter,
7 Dekam. = 70000 Millimeter,
1 Dekam. = 0,01 Kilometer,
7 Dekam. = 0,07 Kilometer.

3) 4 Kilom. = ? Zentimeter,
= ? Dekameter.

Antwort: 1 Kilom. = 100000 Zentimeter,
4 Kilom. = 400000 Zentimeter,
1 Kilom. = 100 Dekameter,
4 Kilom. = 400 Dekameter.

4) 6 Kilometer = ? Meter,
= ? Zentimeter.

Antwort: 1 Kilometer = 1000 Meter,
6 Kilometer = 6000 Meter,
1 Kilometer = 100000 Zentimeter,
6 Kilometer = 600000 Zentimeter.

5) 3 Dezimeter = ? Meter,
= ? Kilometer.

Antwort: 1 Dezimeter = 0,1 Meter,
3 Dezimeter = 0,3 Meter,

1 Dezimeter = 0,0001 Kilometer,
3 Dezimeter = 0,0003 Kilometer.

6) 33 Zentimeter = ? Dekameter,
= ? Millimeter.

Antwort: 1 Zentimeter = 0,001 Dekameter,
33 Zentimeter = 0,033 Dekameter,
1 Zentimeter = 10 Millimeter,
33 Zentimeter = 330 Millimeter.

7) 2 Millimeter = ? Meter,
= ? Dekameter.

Antwort: 1 Millimeter = 0,001 Meter,
2 Millimeter = 0,002 Meter,
1 Millimeter = 0,0001 Dekameter,
2 Millimeter = 0,0002 Dekameter.

8) Wie viele Zentimeter sind:
3 Kilometer + 4 Meter + 3 Dezimeter?

Antwort: 3 Kilometer = 300000 Zentimeter,
4 Meter = 400 "
3 Dezimeter = 30 "

3 Kilom. + 4 Meter + 3 Dezim. = 300430 Zentimeter.

9) Wie viele Millimeter sind:
5 Kilom. + 3 Dekam. + 2 Meter + 3 Dezim. + 9 Zentim.?

Antwort: 5 Kilometer = 5000000 Millimeter,
3 Dekameter = 30000 Millimeter,
2 Meter = 2000 Millimeter,
3 Dezimeter = 300 Millimeter,
9 Zentimeter = 90 Millimeter,

Summa = 5032390 Millimeter.

V. Lehrstunde.

Wirkliche Längenmessungen.

Der Lehrer beginnt damit, daß er die Methode der Messung einer Linie zeigt, indem er das Meter nacheinander an die Linie anlegt und dabei immer durch einen Strich den Punkt bezeichnet, wo ein Meter aufhört und das nächste

beginnt. Diese Zeichen kann er mit Kreide, oder mit einem Bleistift oder mit der Spitze eines schneidenden Instrumentes machen, je nach der Genauigkeit, welche durch die Messung erreicht werden soll. In dieser Weise werden natürlich nur gerade Linien gemessen, und zu diesem Ende wird man die beiden Punkte, deren Entfernung gemessen werden soll, durch eine gerade Linie z. B. durch eine Schnur, die durch dieselben geht, verbinden. Der Lehrer wird nun selbst eine bestimmte Länge abmessen und dieselbe in Metern, Dezimetern, Zentimetern und Millimetern ausdrücken.

Hierauf wird er die einzelnen Schüler der Reihe nach folgende Maße aufsuchen lassen:

die Länge des Lehrzimmers;
die Breite und Höhe desselben;
eine Diagonale des Zimmers;
die Länge und Breite der Schultafel.

Alle diese Längen sind auszudrücken in Metern, Dezimetern und Zentimetern. Die Millimeter werden in Rechnung gezogen, wenn man mit dem Doppel-Dezimeter Gegenstände von kleineren Dimensionen mißt, wie z. B.:

die Dimensionen einer Schiefertafel;
die Länge eines Lineals;
die Dimensionen eines Buches, einer Fensterscheibe u. s. w.

Wenn der zu messende Gegenstand nicht genau begränzt ist, oder von unregelmäßiger Gestalt, oder durch krumme Oberflächen begränzt, die die Anlegung des Maßstabes nicht gestatten, so wird man die Dimensionen mit Hülfe eines Zirkels mit mehr oder weniger krummen Schenkeln abgreifen, und alsdann die Spitzen dieses Zirkels an den Maßstab anlegen.

In Ermanglung eines Zirkels legt man den Gegenstand auf eine ebene Fläche und bringt zwei senkrecht zur Ebene stehende Winkelmaße mit ihren Schenkeln in Berührung mit dem Gegenstand an den zwei Punkten, deren Entfernung gemessen werden soll. Man entfernt alsdann den Gegenstand, ohne die Winkelmaße zu verrücken, und die

Entfernung derselben kann alsdann auf der Ebene mit Leichtigkeit abgemessen werden.

Die Höhe von Bäumen, Häusern und andern hohen Gegenständen, deren Spitze erreichbar ist, wird man mit Hilfe eines Senkels bestimmen, das man vom obersten Punkt bis zum Erdboden herabgehen läßt und dessen Länge man dann mißt.

VI. Lehrstunde.

Ueber Flächenmaße.

Eine Fläche hat zwei Ausdehnungen oder Dimensionen, nämlich Länge und Breite. Soll dieselbe gemessen werden, so muß das Maß oder die Einheit wieder eine Fläche sein. Nachdem nun zur Messung der Längen das Meter als Einheit genommen wurde, so ergibt sich von selbst, daß man als Einheit für Flächenbestimmungen die Fläche eines Quadrates nimmt, dessen Seite gleich der Längeneinheit = 1 Meter ist; diese Fläche heißt alsdann das Quadratmeter.

Die Einheit für die Flächenmaße heißt das Quadratmeter, und man versteht darunter die Fläche eines Quadrats, dessen Seite 1 Meter lang, oder welches 1 Meter lang und 1 Meter breit ist.

AB stelle die Länge eines Meters vor, dann ist die Fläche ABCD ein Quadratmeter. Das Meter theilt man in zehn gleiche Theile, Dezimeter genannt; trägt man nun diese zehn gleichen Theile sowohl auf AB als auf AD auf, und zieht durch die Theilpunkte Parallele zu den Seiten, so wird

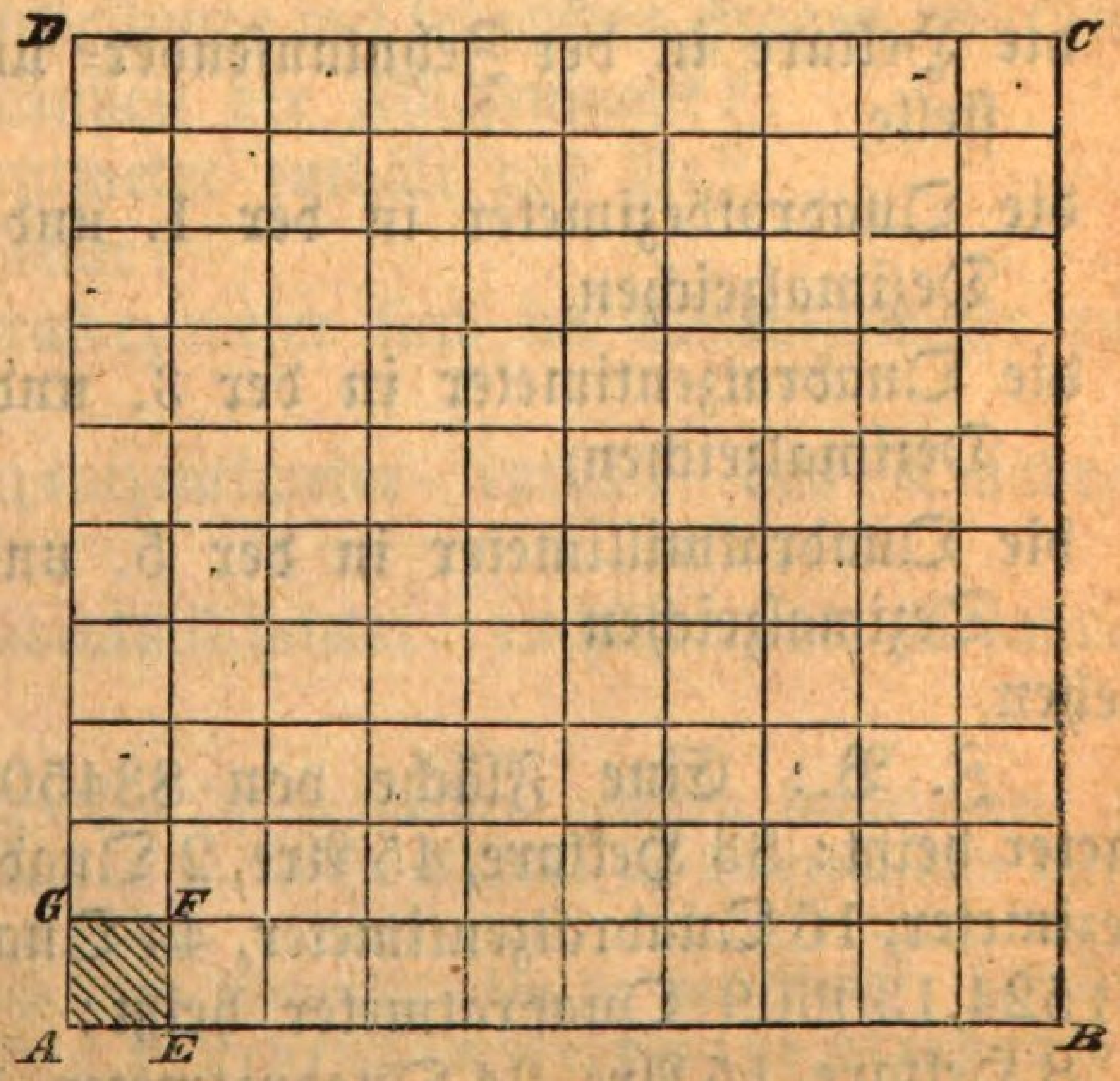


Fig. 2.

das Quadratmeter in 100 gleiche Quadrate getheilt, von denen jedes 1 Dezimeter lang und breit ist, und die deßhalb Quadratdezimeter heißen.

Das Quadratmeter hat also 100 Quadratdezimeter. Ebenso hat das Quadratdezimeter 100 Quadratzentimeter und das Quadratzentimeter 100 Quadratmillimeter. Ein Quadrat, dessen Seiten 10 Meter oder 1 Dekameter lang sind, heißt man das Quadratdekameter; dasselbe enthält 100 Quadratmeter und wird mit dem Namen Ar bezeichnet.

Ein Quadrat, welches 10 Dekameter oder 100 Meter lang und ebenso breit ist, und also 10000 Quadratmeter enthält, heißt Hektar.

Größere Flächenmaße kommen nicht zur Anwendung.

Man sieht aus dem Vorhergehenden, daß wie die Eintheilung der Längenmaße eine dezimale, die Eintheilung der Flächenmaße eine centesimale sei, so daß also, wenn bei einer Flächenberechnung das Quadratmeter als Einheit zu Grunde gelegt wird,

die Quadratmeter in der Einer- und Zehnerstelle,
die Are in der Hunderter- und Tausenderstelle,
die Hektare in der Zehntausender- und Hunderttausenderstelle,
die Quadratdezimeter in der 1. und 2. Stelle nach dem Dezimalzeichen,
die Quadratzentimeter in der 3. und 4. Stelle nach dem Dezimalzeichen,
die Quadratmillimeter in der 5. und 6. Stelle nach dem Dezimalzeichen

stehen.

Z. B.: Eine Fläche von 834502,081644 Quadratmeter heißt: 83 Hektare, 45 Are, 2 Quadratmeter, 8 Quadratdezimeter, 16 Quadratzentimeter, 44 Quadratmillimeter; oder 81524,130609 Quadratmeter heißt:

8 Hektare, 15 Are, 24 Quadratmeter, 13 Quadratdezimeter, 6 Quadratzentimeter, 9 Quadratmillimeter.

VII. Lehrstunde.

Ueber Flächenberechnungen.

Die Geometrie lehrt die Methoden kennen, den Inhalt ebener und krummer Flächen zu bestimmen; es ist hier nicht der Ort auf diese Berechnungen einzugehen, es muß dieß den Lehrbüchern und Aufgabensammlungen der Arithmetik und der rechnenden Geometrie überlassen bleiben; es soll nur an einigen ganz einfachen Beispielen die Anwendung dieser Flächenmaße gezeigt werden.

Der Lehrer wird z. B. an der Tafel die Oberfläche derselben berechnen. Vorausgesetzt, es sei dieselbe 1 Meter 3 Dezimeter 2 Zentimeter lang und 8 Dezimeter 5 Zentimeter hoch, so erhält man den Inhalt, wenn man die beiden Zahlen, welche Länge und Höhe ausdrücken, auf gleiche Einheit gebracht, mit einander multiplicirt; man erhält dann:

Inhalt $= 1{,}32 \times 0{,}85 = 1{,}1220$ Quadratmeter.

Die Oberfläche der Tafel ist also ein Quadratmeter, 12 Quadratdezimeter, 20 Quadratzentimeter.

Der Lehrer wird hierauf von den Schülern in derselben Weise die Fläche des Fußbodens, sowie der Wände des Lehrzimmers bestimmen lassen.

Er wird diese Lehrstunde mit folgenden Fragen schließen:

Welches ist die Einheit der Flächenmaße?

Wie viele Quadratmeter enthält das Ar?

Wie viele das Hektar?

Wie viele Quadratdezimeter sind im Quadratmeter enthalten?

Wie viele Quadratzentimeter enthält das Quadratdezimeter?

Wie viele Quadratmillimeter enthält das Quadratdezimeter?

Anmerkung. Zu den Flächenmaßen gehören insbesondere die Feldmaße, und nachdem das metrische System in Bayern nun durchgeführt wird, so läge es nahe, dasselbe auch auf diese auszudehnen. Das Gesetz, „die Maß- und Gewichtsordnung betreffend“ bestimmt aber in Artikel 5: „Die bestehenden Feldmaße bleiben bis auf Weiteres in Geltung.“

Hiezu sagen die Motive zum Gesetzentwurf:

Die Uebersichtstabelle der Flächenmaße wird sich also in folgender Weise gestalten:

Hektar		Ar		Quadratmeter		Quadratdezimeter		Quadratzentimeter		Quadratmillimeter
1	=	100	=	10 000	=	1 000 000	=	100 000 000	=	10 000 000 000
		1	=	100	=	10 000	=	1 000 000	=	100 000 000
				1	=	100	=	10 000	=	1 000 000
						1	=	100	=	10 000
								1	=	100

„Dem bayrischen Grundsteuergesetz vom 15. August 1828 zufolge ist in Bayern jedes einzelne Grundstück vermessen, nach seiner natürlichen Ertragsfähigkeit klassifizirt und mit einem Steuersimplum belegt. Der Vermessung ist das bayrische Tagwerk zu 40,000 Quadratfuß zu Grunde gelegt; das Tagwerk hat keine andern Unterabtheilungen als Dezimalen (z. B. 3,182 = 3 Tagwerk 18,2 Dezimalen). Die Klassifikation erfolgt durch Vergleichung mit gewissen Mustergründen, deren natürliche Ertragsfähigkeit ausgemittelt worden ist; die zu diesem Ende zu lösenden Fragen waren:

Bei Aeckern:

Wie viel bayrische Schäffel Korn (Roggen) kann dieser Acker nach gewöhnlicher Dreifelderwirthschaft über Abzug des Samens produziren? — Andere Getreidegattungen werden auf Roggen reduzirt.

Bei Wiesen:

Wie viel bayrische Zentner Heu und Grummet kann diese Wiese produziren?

Wie viel Zentner Heu oder Grummet sind einem Schäffel Roggen gleich zu achten?

Bei Waldungen:

Wie viel Klafter bayrischen Holzzuwachses kann diese Waldung produziren? Wie viel Klafter Holz auf dem Stock sind einem Schäffel Roggen gleich zu achten?

Der Werth eines Schäffels Korn ist gesetzlich zu 8 fl. angenommen. Ein Tagwerk Acker, Wiese oder Wald, welches jährlich ein Schäffel Korn oder andere Früchte gleichen Werthes produziren kann, gehört zur achten Klasse; produzirt es nur $^1/_8$ Schäffel Korn oder andere Früchte im Werth von 1 fl., so gehört es zur ersten Klasse.

Die Tagwerkszahl mit der Klassenzahl multiplicirt, gibt die Steuerverhältnißzahl, von welcher jede Einheit einen Gulden steuerbaren Ertrags repräsentirt; ein Kreuzer vom Gulden dieses steuerbaren Ertrags ist das Steuersimplum.

Ist daher ein Grundstück von 2,5 Tagwerk in der 10. Klasse, so ist dessen Steuer-

r=

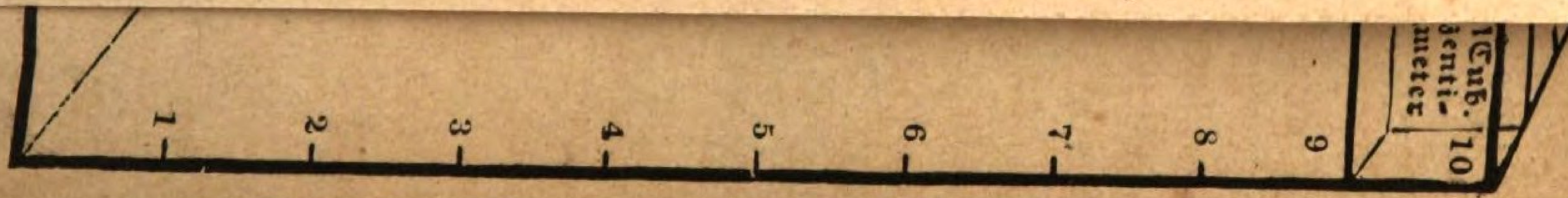
d=
d=
ſt,
it
ch
d=
e,
ie
ſe

e=
d=
n.
nd
rt
t,
n,
en
te
ße
r=
ch
e.
d,
s=
l=
en
en

ch

k=
er
ſt.
r
s
er
n

Die Uebersichtstabelle der Flächenmaße wird sich also in folgender Weise gestalten. 4



ite 45.

verhältnißzahl 25,0 oder 25 fl. steuerbarer Ertrag und sein Steuersimplum 25 kr.

All' dieses ist im Kataster dargestellt, von welchem jeder Grundbesitzer einen Auszug in Händen hat, und da dieß Alles jedem Landwirth, der nur einige Schulkenntnisse besitzt, klar und verständlich ist, so hat sich das definitive Grundsteuerkataster überall in kurzer Zeit große Popularität erworben, umsomehr, da die Klassifikation durch von den Gemeinden selbst gewählte Taxatoren erfolgte. Jeder Landwirth rechnet nach Tagwerk und Dezimalen, wie auch das frühere, immer sehr unbestimmte Flächenmaß geheißen haben mochte; die Steuerverhältnißzahl heißt er den Steuergulden, und die Bonitätsklasse ist ihm ein Barometer für die Beschaffenheit des Bodens.

Diesen Verhältnissen gegenüber, in welche sich die ländliche Bevölkerung bereits eingelebt hat, würde es irgend einem andern Feldmaß, wenn es eingeführt werden sollte, schwer werden, sich einzubürgern.

Das Grundsteuer-Kataster aber, welches so viele Millionen und so viele Jahre gekostet hat, würde in seinem Fundament erschüttert und um die harmonischen und wohl abgerundeten Verhältnisse gebracht, welche ihm seine Popularität verschafften. Zwar die Bonitätsklassen, die gefundenen Steuerverhältnißzahlen und Steuersimplen würden als ständige Größen immerhin bleiben, wenn auch die Fundamente ihrer Konstruktion andere würden; aber die veränderten Flächenmaße würden deren Harmonie stören, und das Kataster würde viel schwerfälliger werden, wenn es das alte und das neue Flächenmaß zugleich bei jedem Objekt darstellen müßte, was unausbleiblich nothwendig wäre.

Aus diesen Gründen und nachdem Grundflächen unbeweglich sind, und nie wie andere transportable Dinge Gegenstände des großen Handels-Verkehrs sein können, und der Handel damit nur selten über den Lokalverkehr hinausgeht, hat Bayern schon bei den Frankfurter Verhandlungen die Erklärung abgegeben, nicht in der Lage zu sein, den Vorschlägen der Experten-Commission in Ansehung des Feldmaßes beizutreten."

Dieß sind die Gründe, aus welchen das bisherige Feldmaß auch fernerhin in Geltung zu bleiben hat.

VIII. Lehrstunde.

Von den Körpermaßen.

Die Grundlage für die Körpermaße bildet das Kubikmeter, d. i. der Inhalt eines Würfels, dessen Kante = 1 Meter ist, oder der 1 Meter lang, 1 Meter hoch und 1 Meter breit ist.

Als Einheit jedoch dient das Kubikdezimeter (siehe nebenstehende Abbildung) oder der Inhalt eines Würfels, welcher 1 Dezimeter lang, 1 Dezimeter breit und 1 Dezimeter hoch ist und mit dem Namen Liter bezeichnet wird.

Dieses Liter bildet nun den Ausgangspunkt für alle Körpermaße, sowohl für die Flüssigkeitsmaße als auch für die Hohlmaße für trockene Gegenstände.

Der Lehrer wird hier ein Kubikdezimeter vorzeigen und seine Schüler aufmerksam machen, daß die drei Dimensionen desselben in der That gleich einem Dezimeter sind, daß aber nicht die äußern, sondern die innern Maße des Würfels zu nehmen sind.

In der Form von Würfeln wären aber das Liter, seine Theile und seine Vielfachen in der Anwendung unbequem; man zieht es deßhalb vor, den Körpermaßen andere Formen zu geben.

Nach §. 7 u. ff. der allerhöchsten Verordnung vom 14. Sept. 1869 erhalten die Flüssigkeitsmaße, welche Vielfache des Liters sowie nach der Halbirungstheilung abgestufte Theile desselben sind, die Form von Cylindern; die nach der Dezimaltheilung abgestuften kleineren Maße, um Verwechslungen mit den vorigen zu vermeiden, die Form abgestumpfter Kegel. Die Flüssigkeitsmaße müssen aus Zinn, Weißblech, Messing oder Kupfer hergestellt, in den beiden letzten Fällen aber mit reinem Zinn vollständig und gut verzinnt sein.

Die Hohlmaße für trockene Gegenstände, welche in Holz oder Metall ausgeführt werden können, erhalten die Form eines Cylinders, dessen Durchmesser zur Höhe sich wie 3 : 2 verhält.

Die Flüssigkeitsmaße, welche zur Eichung und Stempelung zugelassen werden, sind folgende (§ 6 der angeführten allerhöchsten Verordnung, Seite 12):

20 Liter,	$^1/_8$ . . . Liter
10 Liter,	0,1 Liter,
5 Liter,	$^1/_{16}$ . . . Liter
2 Liter,	0,05 Liter,
1 Liter,	$^1/_{32}$ . . . Liter
$^1/_2$ oder 0,5 Liter,	0,02 Liter.
$^1/_4$ . . . Liter	
0,2 Liter,	

Für die Maße von 2 Liter Inhalt und die nach der

Halbirungstheilung abgestuften kleineren Maße sind als Verhältnisse des Durchmessers zur Höhe des Cylinders folgende zu Grunde gelegt: (§. 7, 1. der genannten allerhöchsten Verordnung)

für das 2 Liter-, 1 Liter- und $^1/_2$ Liter-Maß		1 : 2
$^1/_4$	„ „	1 : 1,9
$^1/_8$	„ „	1 : 1,8
$^1/_{16}$	„ „	1 : 1,7
$^1/_{32}$	„ „	1 : 1,6

Bei den abgestumpften Kegeln, welche Gestalt die nach der Dezimaltheilung abgestuften Maße erhalten, beträgt der obere Durchmesser die Abmessung, welche diese Maße nach den für die Halbirungstheilung aufgestellten Bedingungen bei cylindrischer Form erhalten würden, und der untere Durchmesser ist das $1^1/_2$fache des obern.

Es soll nun gezeigt werden, auf welche Weise man bei der Berechnung der Dimensionen der Körpermaße unter den angegebenen Verhältnissen zu verfahren hat.

Die Geometrie lehrt, daß man den Kubikinhalt eines Cylinders dadurch bestimmt, indem man die Grundfläche mit der Höhe multiplicirt. Die Grundfläche ist ein Kreis; wenn man dessen Halbmesser oder Radius mit r bezeichnet, so ist sein Flächeninhalt:

$$r^2\pi = r^2 . \frac{355}{113} = r^2 . 3,141;$$

wobei π, wie immer in der Mathematik, die Ludolphische Zahl darstellt. Ist dann ferner die Höhe des Cylinders h, so läßt sich sein Kubikinhalt J durch die Formel ausdrücken:

$$J = r^2\pi . h = r^2 . 3,141 . h.$$

Nach dieser Formel sollen nun als Beispiele die Dimensionen für das Liter und das $^1/_{32}$ Liter der Flüssigkeitsmaße berechnet werden.

Beim Liter ist die Höhe gleich dem doppelten Durchmesser, oder gleich dem vierfachen Halbmesser, also $h = 4r$. Legt man als Einheit das Dezimeter zu Grunde, so nimmt obige Formel die Gestalt an:

$$4r^3\pi = 1 \text{ und hieraus}$$

$$r^3 = \frac{1}{4\pi}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{1}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{1}{4 \,.\, 3{,}141\,..}}$$

Führt man die Rechnung aus, indem man die Kubikwurzel auszieht, oder Logarithmen zu Hilfe nimmt, so erhält man:

		Dezimeter		Millimeter
der Halbmesser r ist	=	0,430 ..	=	43,0
der Durchmesser	=	0,860	=	86,0
die Höhe	=	1,721	=	172,1

Für das $^1/_{32}$ Litermaß ist das Verhältniß des Durchmessers oder des doppelten Halbmessers zur Höhe 1 : 1,6, also $2r : h = 1 : 1{,}6$; hieraus

$$h = 3{,}2\,r.$$

Mit diesem Werth erhält man aus obiger Formel:

$$3{,}2\, r^3 \pi = \frac{1}{32}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{1}{3{,}2 \,.\, 32 \,.\, \pi}}$$

$r = 0{,}146$ Dezimeter $= 14{,}6$ Millimet.

Der Durchmesser beträgt also 29,2 Millimeter und folglich die Höhe = 29,2 . 1,6 = 46,7 Millimeter.

Ferner soll an einem Beispiel die Berechnung der Dimensionen eines der Theile des Liters nach der dezimalen Eintheilung, welche die Gestalt von abgestumpften Kegeln haben, gezeigt werden, z. B. am 0,2 Liter-Maß.

Nach der obigen Formel berechnet man zuerst wie beim Cylinder unter den aufgestellten Bedingungen den Halbmesser der obern Grundfläche des abgestumpften Kegels; man findet dafür den Werth r = 25,6 Millimeter ungefähr; der obere Durchmesser beträgt also 51,2 Millimeter und folglich der untere $\frac{3}{2} \cdot 51{,}2 = 76{,}8$ Millimeter. Es ist nun noch die Höhe dieses 0,2 Liter-Maßes zu bestimmen.

Der Inhalt des abgestumpften Kegels ist aber gleich dem Produkte aus dem dritten Theil der Höhe in die Summe der untern und der obern Grundfläche und der mittlern Proportionalfläche zwischen beiden. Ist also dieser Inhalt J, die Höhe h, der Halbmesser der obern Grundfläche r und der der untern R, so hat man für den Inhalt die Formel:

$$J = \frac{1}{3} h(R^2\pi + r^2\pi + R \,.\, r \,.\, \pi)$$

$$J = \frac{1}{3} h\pi(R^2 + r^2 + R \,.\, r).$$

Aus dieser Gleichung findet man:

$$h = \frac{3J}{\pi(R^2 + r^2 + Rr)}.$$

Nun ist J = 0,2 Kubikdezimeter, R = 0,384 Dezimeter, r = 0,256 Dezimeter (auf 3 Stellen gerechnet). Setzt man diese Werthe ein, so findet man

h = 0,614 Dezimeter = 61,4 Millimeter.

Auf diese Weise wurden nachstehende Tabellen berechnet, in welchen zugleich auch die zulässigen Abweichungen in der Größe des Durchmessers angegeben sind (§. 7, 1. der genannten allerhöchsten Verordnung):

Größe des Maßes.	Berechnete Dimensionen des Durchmessers mm.	der Höhe: mm.	Der Durchmesser zulässiger Maße darf betragen: höchstens mm.	mindestens mm.
2 Liter . .	108,4	216,7	114	103
1 „ . .	86,0	172,1	90	82
1/2 „ . .	68,3	136,5	73	64
1/4 „ . .	55,1	104,8	58	52
1/8 „ . .	44,0	80,1	47	42
1/16 „ . .	36,0	61,4	38	34
1/32 „ . .	29,2	46,7	31	28

Größe des Maßes.	Berechnete Durchmesser oben mm.	unten mm.	Berechnete Höhe mm.	Der obere Durchmesser darf betragen: höchstens mm.	mindestens mm.
0,2 Liter	51,2	76,8	61,4	54	49
0,1 „	41,4	62,1	46,9	43	39
0,05 „	33,5	50,3	35,8	35	32
0,02 „	25,2	37,8	25,3	26	24

IX. Lehrstunde.

Fortsetzung.

Die Berechnung für die Dimensionen der Trockenmaße geschieht in gleicher Weise; die zur Eichung und Stempelung zugelassenen sind (§. 10 der genannten allerhöchsten Verordnung):

1 Hektoliter		$^1/_2$ oder $0,_5$ Liter
$^1/_2$ oder $0,_5$	"	$^1/_4$ "
20 Liter		$^1/_8$ "
10	"	$^1/_{16}$ "
5	"	$0,_2$ "
2	"	$0,_1$ "
1	"	$0,_{05}$ "

Als Beispiel sollen hier die Dimensionen für das Hektoliter gerechnet werden.

Die früher für den Kubikinhalt des Cylinders aufgestellte Formel lautete:

$$J = r^2\pi \,.\, h.$$

Bei diesen Maßen ist $2r : h = 3 : 2$

$$h = \frac{4r}{3};$$

mit diesem Werth erhält man:

$$J = \frac{4r^3\pi}{3} \text{ und hieraus}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3J}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{300}{4\pi}}$$

$$r = 2{,}879 \text{ Dezimeter},$$

$$r = 287{,}9 \text{ Millimeter}.$$

Also ist der Durchmesser 575,9 Millimeter und demnach die Höhe 383,9 Millimeter.

In gleicher Weise wurde folgende Tabelle berechnet, in welcher zugleich die zulässigen Abweichungen im Durchmesser angegeben sind:

Größe des Maßes.	Berechnete Durchmesser.	Der Durchmesser darf betragen höchstens	mindestens
1 Hektoliter	575,9 mm.	593 mm.	559 mm.
0,5 „ . .	457,1 „	471 „	443 „
20 Liter . .	336,8 „	347 „	327 „
10 „ . .	267,3 „	275 „	259 „
5 „ . .	212,2 „	218 „	206 „
2 „ . .	156,3 „	161 „	152 „
1 „ . .	124,1 „	128 „	120 „
0,5 „ . .	98,5 „	103 „	94 „
1/4 „ . .	78,1 „	82 „	74 „
1/8 „ . .	62,0 „	65 „	59 „
1/16 „ . .	49,2 „	52 „	47 „

Wenn die beiden Maßreihen für Flüssigkeitsmaße und Trockenmaße oder Theile derselben dem Lehrer zur Verfügung stehen, so wird er dieselben zuerst in der angeführten Ordnung den Schülern vorzeigen. Alsdann wird er die beiden Maßreihen vereinigen, indem er die Maße von gleichem Inhalt, wie das Liter für Flüssigkeiten und trockene Körper, neben einander stellt. Die Schüler können dadurch den Einfluß der Dimensionen auf die beiden Arten der Maße beurtheilen.

Hierauf läßt der Lehrer die Namen der verschiedenen Maße beider Reihen wiederholen und sich alsdann auch die Namen der Maße angeben, die er mit der Hand bezeichnet. Stehen ihm die Maße nicht selbst zur Verfügung, so wird er sich mit Abbildungen begnügen müssen.

Anmerkung: Die Gründe, nach welchen außer der dezimalen Eintheilung des Liters auch die fortgesetzten Halbirungen desselben zur Eichung und Stempelung zugelassen werden, sind nach den Motiven folgende:

„Die im Art. 10 zugelassene Eichung und Stempelung fortgesetzter Halbirungen des Liters dürfte in der Thatsache ihre Rechtfertigung finden, daß gegenwärtig fast überall in den Landestheilen diesseits des Rheins beim Kleinverkehr mit Bier, Wein, Branntwein, Milch, neben der halben Maß auch das Quart oder der Schoppen, dann das Achtel in Anwendung steht, und daß auch in der Pfalz das Liter fortgesetzt halbirt wird. Gewichtige viktualienpolizeiliche Rücksichten lassen die fortgesetzte Halbirung des Liters für Bayern wünschenswerth erscheinen. Gegen den Fortbestand der hierin gelegenen, in die Bevölkerung tief eingedrungenen Gewohnheit möchte sich auch um so minder etwas einwenden lassen, als die Halbirung des Liters offenbar

für den internationalen Verkehr ganz und gar keine Bedeutung hat, und die Franzosen sich durch das Schankbedürfniß zu derselben Abweichung vom metrischen Systeme veranlaßt gesehen haben.

Die Maß- und Gewichts-Ordnung für den Norddeutschen Bund läßt ferner die Stempelung des Viertel-Hektoliter zu, wegen der Bequemlichkeit im Gebrauch des Viertel-Hektoliter für das Einmessen von Getreide. Die Eichung und Stempelung des Viertel-Hektoliter ist aber keine Forderung des Bedürfnisses. Es könnte leicht zum Mißbrauch führen, wenn neben dem 20 Litermaß noch ein durch das bloße Auge schwer zu unterscheidendes Eichmaß käme. Die Zulassung des Viertel-Hektoliter zur Stempelung wäre nur eine der deutschen Gewohnheit dargebrachte Huldigung, die, durch innere Gründe nicht unterstützt, kaum veranlaßt sein dürfte."

X. Lehrstunde.

Bestätigung der Dimensionen der Körpermaße.

Der Lehrer eicht die Körpermaße, d. h. er mißt die Durchmesser und die Höhen, indem er dabei nach Bedürfniß das Meter oder Doppel-Dezimeter anwendet.

Er zeigt auf diese Art, daß der Durchmesser sich zur Höhe bei allen den Gefäßen, welche zum Messen der Früchte ꝛc. dienen, wie 3 : 2 verhält und er gibt zugleich diese Dimensionen in Millimetern an, wie sie in der Tabelle der letzten Lektion zusammengestellt sind.

Hierauf führt er vor Augen, daß bei den Flüssigkeitsmaßen die Höhe die oben angeführten Verhältnisse zum Durchmesser besitze, und er nennt für diese Dimensionen die Anzahl der Millimeter, die sich in den Tabellen der vorletzten Lektion finden.

Es dürfte jedenfalls angezeigt sein, diese Zahlen in Millimeter etwa für die Dimensionen des Liters in beiden Fällen dem Gedächtnisse der Schüler einprägen zu lassen.

Alsdann läßt der Lehrer seine Schüler die Eichmaße der Gefäße construiren. Zu diesem Ende hat jeder ein Blatt Papier vor sich liegen und ist mit einem Lineal und Bleistift versehen; auf dem Papier wird alsdann eine unbegränzte gerade Linie gezogen und einer der Endpunkte, z. B. der auf der linken Seite, deutlich angemerkt.

Hierauf mißt der Lehrer mittelst eines Zirkels den Durchmesser des $^1/_{16}$ Liters als Getreidemaß und läßt diese Länge

durch jeden Schüler auf seine Linie, vom linken Ende ausgehend, auftragen. Ebenso werden die Maße der Durchmesser für die übrigen Trockenmaße abgenommen und von demselben Punkt aus aufgetragen; auf eine zweite parallele Linie ebenso die Maße für die Höhen. Auf diese Weise erhält man die Visirmaße für die Trockenmaße. Eine dritte gerade Linie, parallel zur ersten gezogen, dient zum Auftragen der Visirmaße der Durchmesser der Flüssigkeitsmaße, und eine vierte parallele Linie zum Auftragen der Höhen.

Die Schüler schreiben hierauf noch an die vier Eichmaße die Namen der zugehörigen Maße. Diejenigen, welche mit Linealen versehen sind, können die gefundenen Längen auch auf diese auftragen, oder besser, diese Längen noch einmal am Meter oder Dezimeter abnehmen und sie dann auf das Lineal auftragen, immer dabei von demselben Endpunkte ausgehend.

XI. Lehrstunde.

Bestätigung der Richtigkeit der Flüssigkeitsmaße.

Für diese Stunde, in welcher die Richtigkeit der Flüssigkeitsmaße geprüft werden soll, muß sich der Lehrer versehen 1) mit einem großen Krug, einige Liter Wasser enthaltend; 2) mit einem kleineren Glas, um das Wasser in die Maße zu gießen; 3) mit einer tiefen Schale, um die Maße wieder entleeren zu können. Er stellt hierauf folgende Versuche an:

Erster Versuch. Der Lehrer wird zuerst das Kubikdezimeter mit Wasser füllen und dasselbe hierauf in das cylindrische Liter von Zinn gießen, um die Gleichheit dieser beiden Gefäße zu beweisen. Er macht dabei aufmerksam, daß es auf den ersten Anblick scheinen könnte, als sei der Inhalt des Cylinders größer als der des Würfels, daß dieser Fehler der Schätzung aber häufig vorkomme.

Zweiter Versuch. Der Lehrer füllt zweimal nach einander das halbe Liter und gießt den Inhalt in das Liter, um zu zeigen, daß der Inhalt des letzteren doppelt so groß sei, als der des ersteren.

Dritter Versuch. Ebenso wird er viermal nach einander das Viertel-Liter füllen und die Flüssigkeit jedesmal in das Liter gießen, um dadurch zu beweisen, daß das erstere der vierte Theil des letztern sei.

Vierter Versuch. Das Achtel-Liter wird zweimal mit Wasser gefüllt, und der Inhalt jedesmal in das Viertel-Liter gegossen, um zu zeigen, daß ersteres halb so groß sei, als letzteres.

Derselbe Beweis wird in gleicher Weise durch einen fünften und sechsten Versuch, beziehungsweise für den sechzehnten und zweiunddreißigsten Theil des Liters geführt.

Diese Versuche, welche die Genauigkeit der Flüssigkeitsmaße zeigen sollen, wird der Lehrer durch die ersten Schüler wiederholen lassen.

Er schließt diese Lehrstunde, indem er darauf aufmerksam macht, daß eine Flüssigkeit in einem Gefäße, dessen Wände von derselben benetzt werden, und welches nicht ganz gefüllt ist, sich ringsherum am Rande etwas in die Höhe zieht, so daß die Oberfläche der Flüssigkeit bis zu einer gewissen Entfernung von der Wand eine concave oder hohle ist; diese Erscheinung zeigt sich z. B., wenn Wasser in eine enge Glasröhre geschüttet wird. Fügt man noch so viele Flüssigkeit hinzu, um das Gefäß gerade zu füllen, so ist die Oberfläche nahezu eine Ebene; gießt man nun langsam noch mehr Flüssigkeit nach, so bildet diese außerhalb des Gefäßes eine gewölbte oder convexe Oberfläche.

Man muß den Augenblick kennen, in welchem die Oberfläche der Flüssigkeit eben ist; zu dem Ende stellt man das Auge in die Höhe des Gefäßrandes und hört mit dem Nachgießen der Flüssigkeit in dem Augenblicke auf, in welchem die Oberfläche derselben in gleicher Höhe mit den Rändern steht.

Es gibt noch ein genaueres Verfahren; dasselbe besteht darin, mit einer ebenen Glasplatte das Gefäß abzuschließen, wenn dasselbe überfüllt ist. Dieses Verfahren wird in einer der nächsten Lehrstunden zur Anwendung kommen.

Wenn die Flüssigkeit aus einem Gefäße ausgegossen wird, so bleibt an den Wänden noch immer eine Schichte hängen, die bei feinen Arbeiten in Rechnung gezogen werden muß; dieselbe wächst proportional dem Quadratinhalt der Wände.

Anmerkung. Wir haben eben gehört, daß die Oberfläche einer Flüssigkeit, welche die Gefäßwände benetzt, concav sei; dagegen läßt sich auch leicht zeigen, daß das Umgekehrte stattfindet, wenn die Flüssigkeit die Gefäßwände nicht benetzt, wenn man z. B. Quecksilber in eine enge Glasröhre gießt, so findet man, das dasselbe in der Mitte höher steht, als am Rande, daß also seine Oberfläche eine erhabene oder convexe sei.

Diese Erscheinungen, welche den Namen Capillaritäts-Erscheinungen tragen, beruhen auf der gleichzeitigen Wirkung der Cohäsions- und Adhäsionskraft.

Wir verstehen unter der Cohäsionskraft die anziehende Kraft, welche die sich berührenden Theile des nämlichen Körpers aufeinander ausüben, während wir die zwischen den Theilen zweier verschiedener Körper stattfindende Anziehung Adhäsion nennen.

Im erstern Falle, wenn die Flüssigkeit den festen Körper benetzt, wenn also, wie oben die Oberfläche des Wassers in der Glasröhre eine hohle oder concave ist, ist die Adhäsion zwischen Glas und Wasser größer als die Cohäsion der einzelnen Wassertheile unter sich. Im zweiten Falle dagegen findet das Umgekehrte statt; die Cohäsion der einzelnen Quecksilbertheile unter sich ist größer, als die Adhäsion zwischen Glas und Quecksilber.

XII. Lehrstunde.

Bestätigung der Richtigkeit der Trockenmaße.

Die Bestätigung der Richtigkeit der Maße für trockene Gegenstände geschieht mit Hülfe des Hirses, dessen Körner klein, rund und untereinander gleich sind.

Der Lehrer hat hiezu zu seiner Verfügung: 1) ein oder zwei 10 Liter Maße Hirse; 2) eine am Rand aufgebogene Platte, um auf dieselbe die Maße zu stellen und den Hirse schütten zu können; 3) ein Streichlineal, um mit demselben über den Rand der Maße hinwegzustreichen und den überflüssigen Hirse zu entfernen.

Erster Versuch. Der Lehrer füllt das Cubikdezimeter und schüttet die Frucht in das cylindrische Liter, um die Gleichheit beider Maße zu erproben.

Zweiter Versuch. Man füllt das Liter zweimal und schüttet den Inhalt in das Doppelliter.

Dritter Versuch. Man füllt das Doppelliter zweimal und das Liter einmal und schüttet den Inhalt in das 5 Liter-Maß.

Vierter Versuch. Das 5 Liter-Maß wird zweimal gefüllt und der Inhalt in das 10 Liter-Maß geleert.

Fünfter Versuch. Das halbe Liter wird zweimal angefüllt und der Inhalt in das Liter geleert.

Sechster Versuch. Man füllt viermal das Viertelliter und bringt den Inhalt in das Liter.

Siebenter Versuch. Man füllt das Achtelliter zweimal und entleert den Inhalt in das Viertelliter; ähnlich für das $^1/_{16}$ Liter.

Das gesetzliche Maß ist das abgestrichene; manche wohlfeile Substanzen aber, wie die Kleien, werden mit einem Aufmaß gemessen. In diesem Falle wird der zu messende Gegenstand nach einem möglichst hohen Kegel auf den Rändern des Maßes geformt.

Für die nämliche Substanz stehen die Aufmaße in denselben Verhältnißen zu einander, wie die abgestrichenen Maße; die äußeren kegelförmigen Mengen sind proportional den inneren cylindrischen, d. h. der Kegel, welcher das Aufmaß beim Liter bildet, ist z. B. doppelt so groß, als der Kegel, der das Aufmaß beim halben Liter darstellt.

XIII. Lehrstunde.

Abmessen der Früchte von verschiedener Form und Größe.

Es ist einleuchtend, daß eine mehr oder weniger runde Frucht den Inhalt des Gefäßes, in dem sie gemessen wird, nur theilweise ausfüllt; denn zwischen den einzelnen Körnern werden immer leere Räume bleiben, die sich nicht ausfüllen lassen, ohne die Körner zu zerdrücken. Aber welches auch die Größe der Frucht sei, dieselbe wird immer den gleichen Raum im Gefäße einnehmen, wenn sie nur stets dieselbe Form beibehält und nur ihre Größe ändert; d. h. z. B. der Hirse und die Erbsen, welche beiden Arten von Früchten runde Körner haben, erfüllen in demselben Gefäß genau den gleichen Raum und lassen den gleichen Raum zwischen sich unerfüllt. Ebenso wird Getreide mit großen und mit

kleinen Körnern, wenn nur die Form dieselbe ist, genau den gleichen Raum in demselben Gefäß einnehmen. Es ist also in Rücksicht auf die Menge oder das Volumen gleichgiltig, ob man ein Liter einer Frucht mit großen oder kleinen Körnern nimmt, wenn nur die Form der Körner bei beiden genau dieselbe ist.

Untersuchen wir nun weiter den Einfluß der Form der Früchte.

Hätten dieselben zunächst die Gestalt von Würfeln oder Parallelepipeden, und würde man sie genau aneinanderlegen, so würden sie keinen leeren Raum zwischen sich lassen. Dieser Fall tritt in der Natur nicht auf. Hätten in einem weiteren Falle die Früchte eine cylindrische Gestalt und wären in ihrer Lage möglichst günstig angeordnet, so würden sie als leeren Raum zwischen sich ungefähr den zehnten Theil des Gefäßes haben.

Sind im dritten Falle die Körner rund und in dem Gefäß gut gelagert, so lassen sie zwischen sich ein Viertel des Raumes leer.

In Beziehung auf das Volumen sind also die cylindrischen Früchte stets den runden vorzuziehen. Nehmen wir z. B. an, wir hätten zwei Sorten von Kartoffeln, längliche und runde; die erstern werden in Beziehung auf das Volumen entschieden den letztern vorzuziehen sein, und folglich auch in Beziehung auf ihren Werth als Nahrungsmittel, wenn die Güte der beiden Sorten gleich vorausgesetzt wird.

Setzen wir weiter voraus, man habe statt einer Substanz mit gleich großen Körnern ein Gemenge von zweierlei nach ihrer Größe verschiedenen Kornarten zu messen. Man habe ein Liter Hirse und ein Liter Erbsen, jedes einzeln gemessen. Wenn man nun diese beiden mit einander mischt, so wird das Gemenge weniger als zwei Liter einnehmen, weil die kleineren Hirsekörner sich zwischen den Erbsen lagern werden, nnd auf diese Weise weniger verlorener Raum entsteht.

Folglich wird es vortheilhafter sein, ein Gemenge zweier Früchte von verschiedener Größe zu kaufen, als jede einzelne

Art für sich, und umgekehrt wird der Verkäufer in dem Falle verlieren, wenn er statt der einzelnen getrennten Sorten das Gemenge derselben verkauft.

Um sich diesen Unterschied vorstellen zu können, nehmen wir an, daß ein Liter mit Erbsen angefüllt sei; ohne daß nur eine einzige Erbse herausfällt, kann man nun von dem Hirse eine gewisse Quantität in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Körnern schütten, und die auf diese Weise hinzugefügte Menge Hirse wird alsdann gewonnen sein, weil durch dieselbe das Maß nicht weiter aufgehäuft wurde

Der Vortheil, den man in dieser Hinsicht durch das Mischen runder Körper von zweierlei Größe erreichen kann, erreicht seine Grenze bei ein Viertheil des Inhaltes, und man nähert sich dieser Grenze um so mehr, je kleiner die Körner der einen Art gegen die andere sind. Wenn man z. B. in ein Liter, das bereits mit runden Körnern gefüllt ist, eine Flüssigkeit, welche also alle leeren Räume ausfüllen wird, gießt, so wird die Menge derselben ein Viertheil des Liters betragen.

Was die Flüssigkeiten anlangt, so scheint es, als ob dieselben den Inhalt der Gefäße, womit sie gemessen werden, vollständig ausfüllten. Dem ist jedoch nicht so; denn setzt man die Atome rund und in Berührung miteinander voraus, so müssen sie ebenfalls ein Viertheil des Raumes leer zwischen sich lassen, gerade so wie runde Körner.

Die Probe hiefür zeigt ein Gemenge zweier Flüssigkeiten die sich mischen lassen; das Volumen der Mischung ist kleiner als die Summe der einzeln gemessenen Voluminen. Wenn man ein Liter Wasser und ein Liter Alkohol mischt, so ist das Volumen der Mischung kleiner als zwei Liter.

Um das Vorhergehende zu bestätigen, wird nun der Lehrer einige Versuche anstellen:

Er füllt das zinnerne Liter mit Hirse und dann mit Erbsen und gießt in beiden Fällen Wasser zu, so wird die Menge desselben jedes Mal ein Viertel Liter betragen.

Er wird weiter Wasser in ein mit Getreide gefülltes Liter gießen und finden, daß die Wassermenge in diesem

Falle weniger als ein Viertel Liter betrage. Noch weniger Wasser kann er einem Liter Linsen zugießen, da deren Form abgeplattet ist.

Endlich wird er den Versuch mit Hirse und Erbsen machen, die er zunächst für sich gemessen hat, und dann im Zustande der Mischung. Er findet z. B., daß ein Liter Hirse und ein Liter Erbsen mit einander gemischt, nur $1\frac{7}{10}$ Liter ausmachen, so daß der Verlust $\frac{3}{10}$ Liter oder ungefähr ein Sechstel des Gemenges beträgt.

Für alle Arten von Früchten, gemengt zu zweien oder zu dreien 2c. gibt es bestimmte Mischungsverhältnisse, welche den größten Verlust geben, und die man das Maximum der Concentration nennt. So erhält man für Hirse und Erbsen dieses Maximum, wenn man 3 Voluminen Erbsen mit 2 Voluminen Hirse mischt; der Verlust beträgt alsdann $\frac{1}{5}$ des Gemenges, während $\frac{1}{4}$ die Gränze der Concentration für runde Körner im Allgemeinen ist.

XIV. Lehrstunde.

Fortsetzung.

Bei all' dem Vorhergehenden wurde der Einfluß der Wände der Gefäße vernachlässigt. An den Wänden nehmen aber die Körner eine andere Lage an als an entfernteren Stellen, und es entspringt daraus ein neuer Verlust. Dieser Verlust ist um so mehr bemerkbar, als das Gefäß klein und der zu messende Körper groß ist. Man gelangt in dieser Beziehung zu folgendem bemerkenswerthen Schluß, der nicht aus den Augen gelassen werden darf:

„Im Allgemeinen sind die Mengen derselben Frucht, die verschiedene Maße ausfüllen, nicht proportional dem Inhalt dieser Maße, wenn man dabei nicht auch die Art der Messung geändert hat.“

So haben zwei halbe Liter einer Frucht, gemessen mit Hilfe des halben Liters, zusammen ein kleineres Volumen, als ein Liter derselben Frucht, gemessen auf einmal in dem Liter. Ebenso sind 10 Liter, die nach und nach mit dem Liter gemessen wurden, noch weniger, als wenn man in dem 10 Liter-

maß sie auf einmal gemessen hat, und so fort; die Differenz wächst in dieser Weise nach einem Gesetz, das sogleich angegeben werden wird. Diese Differenz würde eine sehr große, wollte man große Früchte in kleinen Gefäßen messen; der Fehler wird weniger groß, wenn man dieselben Früchte in Gefäßen von größerem Inhalt mißt. Folglich müssen große Früchte vorzugsweise in großen Gefäßen gemessen werden; kleine Maße wird man für kleinere Früchte anwenden, und wenn der zu messende Gegenstand in dem pulverförmigen oder flüssigen Zustand auftritt, kann man ihn ohne Unterschied in so kleinen Gefäßen messen als man will.

Der Verlust, verursacht durch die Wände, ist proportional dem Gesammtinhalt der Wände, den Boden und Deckel mit einbegriffen. Nun ist aber die Gesammtwand proportional dem Quadrat der Dimensionen; denn beim Cylinder ist unter den Voraussetzungen der Dimensionen bei den Getreidemaßen:

Gesammtoberfläche = Grundfläche + Mantelfläche.

$$\text{Gesammtoberfläche} = \frac{d^2\pi}{4} + \frac{2}{3} d^2 \pi$$

$$\text{"} \quad = \frac{11\, d^2\pi}{12},$$

wenn d den Durchmesser vorstellt; man findet also z. B. durch Vergleichung des Liters mit dem 10 Litermaß:

	Dimensionen.	Quadrat hievon
Liter . . .	124 Mill.	15 376
10 Litermaß .	267 Mill.	71 289

Da man nun 10 Liter nehmen muß, um ein 10 Liter-Maß zu füllen, so hat man das bezügliche Quadrat (die Proportionalzahl für die Oberfläche) für das Liter mit 10 zu multipliciren, so daß die Inhalte der Wände sich verhalten wie

$$153\,760 : 71\,289$$

oder angenähert wie 2 : 1; d. h. der Verlust, hervorgerufen durch die Wände der 10 Liter, wird doppelt so groß sein, als der Verlust, der durch die Wände des 10 Litermaßes veranlaßt wird.

Man findet durch den Versuch, daß man bei 10 Liter Hirse, die man in dem Liter gemessen hat, 0,5 Liter weniger hat, als wenn man sie auf einmal in dem 10 Litermaß gemessen hätte; folglich sind die absoluten Verluste, die durch die Wände verursacht werden:

$^1/_2$ Liter für das 10 Litermaß,
1 Liter für die zehnmalige Anwendung des Liters,
$^1/_{10}$ Liter für 1 Liter.

Aus diesem Allen folgt nun, daß, wenn man den Inhalt eines großen Haufen Hirses bestimmt hat ohne Anwendung der Körpermaße, also durch Rechnung, und man will denselben nun im Kleinen ausmessen mittelst des Liters, man dem Anschein nach $^1/_{10}$ zu viel erhalten wird; wenn man als Maß das 10 Litermaß anwendet, so findet man dem Anschein nach $^1/_{20}$ zu viel, beim Hektoliter $^1/_{40}$ u. s. f. Der Fehler vermindert sich immer um die Hälfte, wenn das Maß zehnmal größer wird.

Aus diesem resultirt, daß ein Kaufmann, der Hirse nach dem 10 Litermaß kauft und zu demselben Preis nach Litern verkaufen würde, $^1/_{20}$ gewinnen würde; hätte er nach Hektolitern gekauft und würde nach Litern verkaufen, so gewänne er $^3/_{40}$ oder ungefähr $^1/_{13}$ u. s. w.

Noch folgt, daß die Trockenmaße nicht mit den analogen Flüssigkeitsmaßen übereinstimmen dürfen, wenn man sowohl die einen als auch die andern zum Messen von Früchten benützen will. Die letzteren Maße geben einen etwas größeren Verlust als die ersteren.

Um übereinstimmende Maße zu erhalten, wäre es nothwendig, daß ihre Oberflächen proportional ihrem Volumen wären. Man findet alsdann, daß, wenn man dem Liter die Form eines Cylinders geben würde, dessen Durchmesser der Höhe gleich wäre, das 10 Litermaß eine Höhe ungefähr $= {}^1/_{13}$ des Durchmessers, oder besser eine Höhe, die 9 bis 10mal größer als der Durchmesser wäre, erhalten müßte; in beiden Fällen würde aber das 10 Litermaß eine sehr unförmliche Gestalt erhalten, und dieser Uebelstand würde noch um so mehr auftreten, wenn man zum Hektoliter überginge. Man hat aber kein anderes Mittel, diesen Fehler für die

Trockenmaße aufzuheben; es wäre denn, daß man durch eine spezielle Vorschrift die Größe der Maße für jede einzelne Frucht bestimmen würde.

Anmerkung. Was die Getreidemaße betrifft, so wird die Anwendung derselben im Großen mit der Zeit eine geringere werden; schon jetzt wird das Getreide häufig nach dem Gewicht verkauft und es läßt sich annehmen, daß dieser Uebergang zum Gewichtssystem in Zukunft nicht ausbleiben dürfte, da ja ganz gewiß das Gewicht des Getreides ein viel besserer und sicherer Werthmesser ist, als das Volumen desselben. In der Rheinpfalz z. B., wo das Metersystem schon seit längerer Zeit im Gebrauch steht, wird das Getreide ausschließlich gewogen.

XV. Lehrstunde.

Ueber Körpermessungen im Allgemeinen.

Den Inhalt der Körper, d. h. der Raumgrößen, die drei Dimensionen: Länge, Breite und Höhe haben, mißt man, wie schon früher gezeigt, durch die Körpermaße und drückt denselben je nach der Größe der zu messenden Körper in Kubikmetern oder Kubikdezimetern oder Kubikzentimetern aus; die Ueberführung dieser Maße in einander kann leicht vorgenommen werden; man hat sich dabei bloß zu vergegenwärtigen, daß 1 Kubikmeter = 1000 Kubikdezimeter und 1 Kubikdezimeter = 1000 Kubikzentimeter sei.

Der Lehrer wird hier erklären, warum die Körpermaße um das Tausendfache zunehmen, wenn die Längenmaße sich verzehnfachen. Durch eine Zeichnung an der Tafel wird er nachweisen, daß das Kubikmeter in seiner Basis 100 Quadratdezimeter enthalte, und daß auf jedem solchen Quadrate eine Schichte von 10 Kubikdezimetern stehe, so daß man im Ganzen 10 × 100 d. h. 1000 Kubikdezimeter erhält.

Nimmt man demnach das Kubikmeter als Einheit so sind die Kubikdezimeter die Tausendstel (sie werden also in den ersten drei Stellen nach dem Dezimalzeichen stehen), die Kubikzentimeter aber die Millionstel (sie stehen in den nächsten drei Stellen). Nimmt man dagegen das Kubikdezimeter als Einheit, wie es in unserem Maßsystem wirklich

der Fall ist, so bilden die Kubikmeter die Tausendfachen, die Kubikzentimeter die Tausendstel.

Bei der Bestimmung des Inhaltes im Allgemeinen mißt man aber nicht durch die wirklichen Körpermaße, Kubikmeter, Kubikdezimeter oder Kubikzentimeter, sondern man rechnet das Volumen nach Regeln der Geometrie aus den Dimensionen Länge, Breite und Höhe.

Ist z. B. der Kubikinhalt eines Zimmers zu berechnen, das 8 Meter lang, 5 Meter breit und 3 Meter hoch ist, so findet man den Kubikinhalt durch Multiplication dieser drei Dimensionen $= 8 \times 5 \times 3 = 120$ Kubikmeter. Wenn das zu berechnende Volumen nicht wie hier die Form eines senkrechten Parallelepipeds hat, so wird dasselbe wie bereits erwähnt nach Regeln, welche die körperliche Geometrie entwickelt, aus den Dimensionen bestimmt; es ist hier nicht der Ort, darauf näher einzugehen; an einer späteren Stelle soll jedoch gezeigt werden, wie man das Volumen ganz unregelmäßiger Körper bestimmen kann.

Sind die Dimensionen eines Parallelepipeds durch Meter und seine Theile ausgedrückt, ist z. B.

die Länge 34 Meter 4 Dezimeter,
die Breite 5 Meter 7 Zentimeter,
die Höhe 0 Meter 6 Dezimeter 5 Zentimeter,

so wird man entweder das Produkt $34{,}4 \times 5{,}07 \times 0{,}65$ bilden und 113,3652 Kubikmeter erhalten, oder man führt alles auf das kleinste Maß zurück und nimmt also hiefür

die Länge 3440 Zentimeter,
die Breite 507 Zentimeter,
die Höhe 65 Zentimeter;

bildet man nun das Produkt dieser drei Dimensionen, so erhält man 113 365 200 Kubikzentimeter oder 113 Kubikmeter, 365 Kubikdezimeter, 200 Kubikzentimeter.

Weil das Liter ein Kubikdezimeter ist, so wird das $^1/_{1000}$ Liter ein Kubikzentimeter und 1000 Liter ein Kubikmeter sein.

Der Lehrer wird durch die Schüler noch folgende Voluminen berechnen lassen:

1) Länge 50 Meter, Breite 17 Meter, Höhe 12 Meter.
2) Länge 2 Meter, Breite 1 Meter, Höhe 1 Meter.
3) Länge 3 Dezimeter, Breite 2 Dezimeter, Höhe 7 Dezimeter.
4) Länge 9 Zentimeter, Breite 5 Zentimeter, Höhe 1 Zentimeter.
5) Länge 3 Meter 7 Dezimeter, Breite 8 Dezimeter, Höhe 3 Meter 1 Dezimeter.
6) Länge 2 Meter 8 Dezimeter, Breite 1 Meter 1 Dezimeter, Höhe 45 Zentimeter.
7) Länge 15 Meter, Breite 15 Dezimeter, Höhe 15 Zentimeter.
8) Länge 12 Zentimeter, Breite 7 Millimeter, Höhe 5 Millimeter.
9) Länge 45 Millimeter, Breite 1 Zentimeter, Höhe 1 Millimeter.
10) Länge 13 Millimeter, Breite 7,2 Millimeter, Höhe 0,5 Millimeter.

XVI. Lehrstunde.

Das Holzmaß.

Bezüglich der Holzmaße, die bei uns zur Anwendung kommen werden, muß auf die hierüber noch ergehenden besonderen Bestimmungen verwiesen werden. Ebendeßhalb können hier nur allgemeine Betrachtungen angestellt werden unter Grundlage der aus dem metrischen System sich ergebenden Principien.

Zum Messen von Nutz- oder Brennholz dient das Kubikmeter, dessen Eintheilung bereits früher angegeben wurde.

Wenn die Scheitlänge des Brennholzes 1 Meter beträgt, und man schlichtet dasselbe in einem Rahmen von 1 Meter Breite 1 Meter hoch auf, so ist das Volumen desselben gleich einem Kubikmeter.

Bisher wurde das Kubikmeter nur in seiner theoretischen Form betrachtet; sobald sich aber die Scheitlänge ändert,

werden natürlich auch die Dimensionen andere; man läßt dann die Breite = 1 Meter und ändert die Höhe, indem man in folgender Weise verfährt:

Nimmt man das Meter als Einheit, so muß das Produkt aus den drei Dimensionen, Länge, Breite und Höhe, immer ein Kubikmeter sein; da die Breite immer = 1 Meter vorausgesetzt wird, so genügt es, daß das Produkt aus Länge und Höhe = 1 sei, oder der Quotient aus 1 und der Scheitlänge gibt dann die Höhe des Kubikmeters.

Ist z. B. die Scheitlänge 1 Meter, 3 Dezimeter, 5 Zentimeter so gibt der Quotient $\frac{1}{1{,}35}$ die Höhe der Einheit Kubikmeter an, man erhält dafür 7 Dezimeter 4 Zentimeter.

Den Kubikinhalt des Nutzholzes wird man aus seinen drei Dimensionen berechnen. Ist z. B. ein Balken

9 Meter 6 Dezimeter lang,
4 Dezimeter 8 Zentimeter breit,
2 Dezimeter, 7 Zentimer und 5 Millimeter dick,

so ist sein Kubikinhalt $9{,}6 \times 0{,}48 \times 0{,}275 = 1{,}2672$ Kubikmeter.

Es leuchtet ein, daß ein Kubikmeter Nutzholz in der That ein größeres Volumen besitze, als ein Kubikmeter Brennholz; denn zwischen den einzelnen Scheitern des letztern bleiben leere Zwischenräume, und diese würden für das Kubikmeter bei cylindrischer Form der Scheiter $^1/_{10}$ Kubikmeter betragen. Manchmal sind die Scheiter eben und gerade und lassen dann weniger verlornen Raum zwischen sich; derselbe wird aber wachsen und $^1/_{10}$ Kubikmeter übersteigen bei runden und krummen Scheitern.

Die Messung des Brennholzes schließt also jedenfalls viele Willkür in sich; der Käufer wird stets eine solche Schichtung der Scheiter verlangen, daß möglichst wenig leere Räume bleiben, was natürlich umgekehrt nicht im Interesse des Verkäufers liegt. Man ist deßhalb gezwungen, verpflichtete Holzmesser aufzustellen.

Es kommt auch vor, daß das Brennholz nach dem Gewicht verkauft wird, was aber wegen des verschiedenen

Zustandes in Beziehung auf Trockenheit ebenfalls seine Schwierigkeiten hat.

Zum Schlusse wird der Lehrer seinen Schülern noch folgende Aufgaben vorlegen:

1) Das Volumen eines Balkens zu finden, der 4 Meter lang, 4 Dezimeter breit und 1 Dezimeter dick ist.

2) Das Volumen eines 5 Meter 6 Dezimeter langen, 2 Dezimeter 5 Zentimeter breiten und 1 Dezimeter dicken Balkens zu bestimmen.

3) Man soll das Volumen eines Balkens von 3 Meter 2 Dezimeter Länge, 1 Dezimeter 3 Zentimeter Breite und 8 Zentimeter 5 Millimeter Höhe finden.

4) Den Inhalt von 12 Brettern zu finden, von denen jedes 2 Meter 3 Dezimeter lang, 26 Zentimeter breit und $8^1/_2$ Millimeter dick ist.

Anmerkung. Die bisherige bayrische Klafter war 6' hoch, 6' breit und die Scheitlänge betrug $3^1/_2$'; sie hatte also 126 Kubikfuß oder nahezu 3,132 Kubikmeter.

XVII. Lehrstunde.

Ueber Gewichte im Allgemeinen.

Das allenthalben in der Natur verbreitete Wasser dient zur Bestimmung der Einheit für die Gewichte; als solche legt man das Kilogramm zu Grunde, welches gleich ist dem Gewichte eines Liters oder Kubikdezimeters Wasser, gewogen im luftleeren Raume und bei einer Temperatur von $+ 4^0$ des hunderttheiligen Thermometers. Der tausendste Theil des Kilogrammes heißt das Gramm; dieses repräsentirt also das Gewicht eines Kubikzentimeters Wasser, gewogen unter den obigen Bedingungen.

Es fragt sich zuerst: Woher rührt die Bedingung, daß das Liter Wasser, dessen Gewicht zur Einheit dient, bei $+ 4^0$ des hunderttheiligen Thermometers gewogen werden soll?

Alle Körper besitzen die Eigenschaft, sich in der Wärme auszudehnen, in der Kälte zusammenzuziehen. Diese Wirkung der Wärme tritt am stärksten in die Augen bei luft-

fömigen Körpern, weniger bei flüssigen, am wenigsten bei den festen Körpern, und muß bei verschiedenen praktischen Arbeiten, z. B. beim Legen der Eisenbahnschienen, beim Ziehen der Telegraphendrähte ꝛc. wohl berücksichtigt werden. Von diesem allgemeinen Gesetz der Ausdehnung der Körper durch die Wärme bildet nun das Wasse eine Ausnahme; dasselbe hat nämlich bei oben genannter Temperatur, bei 4° Celsius, seine größte Dichtigkeit; wird es von hier aus erwärmt, so dehnt es sich fortwährend aus, bis es bei 100° zum Sieden kommt; wird seine Temperatur von 4° an erniedrigt, so dehnt es sich ebenfalls aus und wird bei 0° zu Eis.

Bei 4° hat es also das Maximum seiner Dichtigkeit, und bei dieser Temperatur wird eben das Gewicht des Kubikdezimeters Wasser bestimmt, welches unter dem Namen Kilogramm die Einheit der Gewichte bildet.

Die Verdichtung des Wassers von seinem Gefrierpunkte oder von 0° an bis zu 4° ist aber nicht bedeutend; denn 10000 Kubikzentimeter von 0° vermindern sich bloß um ein Kubikzentimeter, wenn ihre Temperatur bis 4° erhöht wird. Dennoch hat man zur Bestimmung des Kilogrammes Wasser von dieser letzteren Temperatur genommen, weil um diesen Punkt herum die Aenderung seines Volumens und folglich auch seiner Dichtigkeit eine sehr geringe ist, so daß selbst ein Fehler in der Temperatur nur einen sehr geringen Einfluß auf das Volumen dieser Flüssigkeit hat. In der That ist die Aenderung des Volumens bei einer Aenderung der Temperatur von 4° auf 3° oder 5° nur $^1/_{16}$ der Aenderung von 4° auf 8° oder 0°.

Es fragt sich zweitens: Warum soll das Wasser im luftleeren Raume gewogen werden?

Nach einem physikalischen Gesetze, dem sogenannten Archimedischen Prinzipe, verliert jeder vollständig im Wasser untergetauchte Körper an seinem Gewichte so viel, als die von ihm verdrängte Wassermasse wiegt. Ebenso verliert jeder in der Luft gewogene Körper an seinem Gewichte so viel, als das von ihm verdrängte Luftvolumen wiegt, so daß also die Körper, in der Luft gewogen, leichter sind, als

wenn die Wägung im luftleeren Raume vorgenommen würde. Es wird also ein Kubikzentimeter Wasser in der Luft gewogen um so viel leichter sein, als das Gewicht eines Kubikzentimeters Luft beträgt; da nun die Dichtigkeit der Luft sich mit der Temperatur und mit der Höhe eines Ortes über der Meeresfläche ändert, ferner noch von vielen andern Einflüssen bedingt ist, so würde man nach dem jeweiligen Zustand der atmosphärischen Luft für das Kilogramm oder das Gramm verschiedene Werthe erhalten.

Da die Luft ungefähr 770 mal leichter ist als das Wasser, so würden folglich 770 Gramm Wasser im luftleeren Raum ebensoviel wiegen als 771 Gramm Wasser in der Luft.

Nehmen wir weiter an, wir hätten mehrere Grammgewichte von verschiedenen Stoffen, z. B. von Platin, Kupfer 2c., welche sämmtlich im luftleeren Raum genau das Gewicht eines Kubikzentimeters Wasser hätten. Bringt man nun dieselben in die Luft, so werden diese Gramme ungleiches Gewicht haben; das Gramm aus Kupfer wird leichter sein, als das aus Platin, weil ersteres ein größeres Volumen besitzt, also mehr Luft verdrängt und folglich mehr an Gewicht verliert, als das letztere.

Dieser Uebelstand würde verschwinden, wenn man Platin nur mit Hilfe von Platingrammen, Kupfer nur mit Grammen aus Kupfer, überhaupt jeden Körper nur mit Gewichten wiegen würde, die aus demselben Stoffe hergestellt wären; denn in diesem Falle würden der zu wiegende Körper und das Gewicht immer die gleiche Luftmenge verdrängen, also gleichviel an Gewicht verlieren.

Eine solche Auswahl der Gewichte wäre aber höchst lästig und sehr häufig auch unpraktisch. Man bringt deßhalb diesen Einfluß der Luft nur bei wissenschaftlichen Arbeiten, die eine große Genauigkeit fordern, in Rechnung, während man denselben bei allen Gewichtsbestimmungen im Verkehr vernachlässigt und eiserne Gewichte beim Wägen schwerer, messingene beim Wägen leichterer Körper verwendet.

Man nimmt endlich die Wägungen nicht im luftleeren Raume, sondern in der Luft vor; will man gleichwohl das

wirkliche Gewicht des Körpers wissen, so verfährt man in folgender Weise: Man berechnet aus dem Volumen des Körpers das Gewicht der Luft, die er verdrängt, und ebenso das Gewicht der Luft, welche durch die angewandten Gewichte von ihrer Stelle gedrängt wird; addirt man nun zum erhaltenen scheinbaren Gewicht des Körpers das Gewicht der von ihm verdrängten Luft und subtrahirt von dieser Summe das Gewicht der durch die angewandten Gewichte verdrängten Luft, so erhält man hiermit das wirkliche Gewicht des Körpers, das Gewicht des Körpers im luftleeren Raume.

XVIII. Lehrstunde.

Reihenfolge der Gewichte.

Der Lehrer zeigt zuerst das Kubikzentimeter und erklärt dabei, daß nicht die äußeren, sondern die inneren Dimensionen in Betracht zu ziehen seien und daß diese je ein Zentimeter betragen. Er füllt hierauf dasselbe mit Wasser, verschließt es mittelst eines Deckels, trocknet das anhängende Wasser ab und macht nun darauf aufmerksam, daß das Gewicht dieses in dem Kubikzentimeter enthaltenen Wassers unter dem Namen Gramm den tausendsten Theil der Gewichtseinheit, des Kilogramms, bilde. Er gießt hierauf die Flüssigkeit auf einen ebenen Körper, um auch auf diese Weise die Menge dieses Kubikzentimeters Wasser zu zeigen.

Das Gramm theilt man in 10 gleiche Theile, Dezigramme genannt.

Das Dezigramm zerfällt wiederum in 10 gleiche Theile, Zentigramme.

Das Zentigramm hat endlich 10 gleiche Theile, Milligramme genannt.

Man treibt die Theilung selten bis zu dieser Grenze, da das Milligramm bereits ein so kleines Gewicht ist, daß nur empfindlichere Wagen dasselbe noch anzeigen.

Die Vielfachen des Grammes erhalten folgende Namen:

10 Gramm heißen ein Dekagramm,
1000 Gramm heißen ein Kilogramm,

und dieses letztere bildet bei uns die Einheit bei Gewichts-Bestimmungen.

Ein halbes Kilogramm heißt das Pfund.

Fünfzig Kilogramm oder hundert Pfund heißen der Zentner.

Tausend Kilogramm oder zweitausend Pfund heißen die Tonne.

Die Gewichte, welche das Kilogramm übersteigen, heißen große Gewichte, mittlere, diejenigen von 1 Kilogramm bis zu einem Gramm, und kleine Gewichte, die unter einem Gramm liegen.

Jede dieser Gewichtsreihen umfaßt also drei Größenordnungen und entsprechend eine Reihe von drei Ziffern. So stellt die Zahl

582 Tonnen, 356 Kilogramm,
814 Gramm, 937 Milligramm

die vier Gewichtsreihen dar, von denen jede drei Ziffern umfaßt.

Die kleinen Gewichte werden besonders bei chemischen Analysen und bei feineren Versuchen in der Physik verwendet. Sie sind aus Silber, Platin oder auch Messing hergestellt, und haben gewöhnlich die Form von dünnen, viereckigen Plättchen, deren eines Ende aufgebogen ist, um dieselben mittelst einer Pincette fassen zu können.

Die mittlern Gewichte sind von Messing; ihre Gestalt ist gewöhnlich die eines Cylinders, dessen Höhe gleich dem Durchmesser ist, und sie sind mit einem Knopf versehen, der zum Fassen dient.

Die großen Gewichte werden aus Gußeisen hergestellt; die Form der Gewichtsstücke ist cylinderförmig der Art, daß der Durchmesser gleich ist der Höhe. Das Gewichtsstück von 50 Pfd. oder einem halben Zentner erhält eine bombenförmige Gestalt. Gewichtsstücke von $^1/_2$ Pfd. sind in Cylindergestalt mit solchen Dimensionen ausgeführt, daß die Höhe gleich ist der Hälfte des Durchmessers.

Die größten Gewichte, wie die Tonnen, werden nicht wirklich hergestellt, sondern mittelst der kleineren durch Hebelverbindungen (Dezimalwage, Zentesimalwage ꝛc.) oder

auch manchmal durch Messung des Rauminhaltes der Waare bestimmt.

Am Schluß dieser Stunde wird der Lehrer noch die ihm zur Verfügung stehenden Gewichte der Größe nach ordnen und die Namen derselben den Schülern einzuprägen suchen.

XIX. Lehrstunde.

Bemerkungen über die Eichmaße der Gewichte.

Die genaue Kenntniß all' dessen, was auf die metrischen Gewichte Bezug hat, ist von der höchsten Wichtigkeit, da nicht nur die meisten Waaren nach dem Gewichte verkauft werden, sondern weil an feinen Wagen auch kleine Unterschiede von Gewichten fühlbar werden, während die Volumbestimmungen immer nur eine unvollkommene Annäherung geben; endlich weil es Substanzen gibt, wie Gold und Silber, die genaue Bestimmungen erfordern, so daß sich Jeder diese Kenntnisse verschaffen muß, der seine Interessen gegen beabsichtigte und zufällige Irrthümer schützen will.

Zur Belehrung derjenigen, die in allen Dingen Genauigkeit lieben, wird der Lehrer in die nachfolgenden Details eingehen, die sich nicht überall finden dürften und sehr Vielen unbekannt sind.

Das Urgewicht, nach dem alle französischen Gewichte bestimmt wurden, ist das Kilogramm, welches in dem kaiserl. Archive zu Paris niedergelegt ist. Dasselbe ist von Platin, einem Metall, welches durch atmosphärische Einflüsse nicht verändert wird, und welches von allen Stoffen die größte Dichtigkeit besitzt. Seine Form ist die eines Cylinders, dessen Höhe ungefähr dem Durchmesser gleichkommt; dieser Cylinder hat rings am Rande seiner beiden Grundflächen eine ein Millimeter breite schiefe Abschrägung und trägt keinen Knopf und keine Inschrift; das Wort Kilogramm steht nur auf dem Etui, in welchem das Urgewicht aufbewahrt wird.

Durch eine unbegreifliche Vergessenheit hat die Commission für Maße und Gewichte in Frankreich die genaue Bestimmung der Dichtigkeit dieses Kilogrammes unterlassen. Sie sagt nur, daß sein Volumen 47,6 Kubikzentimeter be-

trage, und hieraus würde eine Dichtigkeit ungefähr 21mal so groß als die des Wassers folgen.

Eine später angestellte genaue Messung der Dimensionen ergab für das Kilogramm:

einen Durchmesser von 39,4 Millimeter,
eine Höhe von . . . 39,7 „

woraus man unter Abrechnung der Abschrägungen einen Inhalt von $48^1/_3$ Kubikzentimeter erhält; ferner 20,7 für seine Dichtigkeit und 62,8 Milligramme für das Gewicht der verdrängten Luft, wenn man die Dichtigkeit derselben 770mal kleiner nimmt als die des Wassers.

Anmerkung. Von diesem Urgewicht, sowie auch von dem Urmaße, als welches der aus Platin verfertigte, in dem kaiserl. Archive zu Paris aufbewahrte Mètre des Archives gilt, wurden im Jahre 1860 uud 1863 durch eine von der königl. preußischen und kaiserl. französischen Regierung bestellte Commission Copien genommen, welche einer Maß- und Gewichtsordnung für den damaligen deutschen Bund zu Grunde gelegt werden sollten. Mit der Auflösung des deutschen Bundes fiel auch diese Durchführung; dagegen wird im Norddeutschen Bunde das metrische System durch Beschluß der Reichstagssitzung vom 15. Juni 1868 gesetzlich eingeführt, und die oben erwähnten Copien als Urgewicht und Urmaß angenommen. Diese Copien sind unter Benützung aller von der Wissenschaft und Technik gebotenen Hilfsmittel mit den Prototypen in dem kaiserl. Archive zu Paris verglichen und darnach bestimmt worden, und nach diesen werden die Normalmaße und Normalgewichte für Bayern hergestellt und nach ihnen erhalten werden.

XX. Lehrstunde.

Von den Gewichten aus Gußeisen.

Die Reihenfolge der Gewichte, wie dieselben zur Eichung und Stempelung zugelassen werden, ist folgende (§ 14 der allerhöchsten Verordnung vom 14. Sept. 1869, Seite 17):

50 Kilogramm oder 1 Zentner,	1 Kilogramm,
50 Pfund oder $^1/_2$ Zentner,	500 Gramm oder 1 Pfund,
20 Kilogramm,	$^1/_2$ Pfund,
10 Kilogramm,	200 Gramm,
5 Kilogramm,	100 Gramm,
2 Kilogramm,	50 Gramm.

Unter 50 Gramm geht man mit den eisernen Gewichten nicht herab; kleinere werden aus Messing hergestellt.

Die Bezeichnung der Einheiten der Gewichte kann in abgekürzter Form, also durch K oder G, oder in vollständiger Angabe des Einheitsnamens bestehen.

Betrachtet man die obige Gewichtsreihe, so sieht man, daß der halbe Zentner und das halbe Pfund aus der dezimalen Abstufung der Kilogrammreihe heraustreten; man bezeichnet diese beiden Gewichte deßhalb auch nicht durch Kilogramme oder Gramme, sondern mit 50 ℔ und $^1/_2$ ℔ und gibt denselben auch eine andere Gestalt als den übrigen, besonders aber auch aus dem Grunde, um Verwechslungen zu vermeiden.

Die Form dieser Gewichtsstücke ist cylinderförmig. Das Gewichtsstück von 50 ℔ oder $^1/_2$ Zntr. erhält eine bombenförmige Gestalt. Von 50 K bis 500 G abwärts erhalten die Gewichte die Form eines Cylinders, bei welchem der Durchmesser der Höhe gleich ist. Gewichtsstücke von $^1/_2$ ℔ werden in Cylindergestalt so ausgeführt, daß die Höhe gleich ist der Hälfte des Durchmessers.

Die drei ersten Gewichtsstücke obiger Reihe sind mit einem schmiedeisernen Griff versehen; diejenigen von 10 K bis zum $^1/_2$ ℔ incl. sind mit einem angegossenen Knopf versehen. Die drei letzten Gewichte werden in Form eines Cylinders hergestellt, dessen Höhe gleich ist der Hälfte des Durchmessers, und erhalten keinen Knopf.

An der obern Fläche ist jedes Gewichtsstück mit einer kreisrunden Oeffnung versehen, die zu einem Hohlraum im Innern des Gewichtsstückes führt. Dieser Hohlraum muß von solcher Größe sein, daß er ausreicht, um durch Füllung mit Eisenschrot oder Blei unter Einrechnung des zum Verschluß anzuwendenden Bleipfropfens das Gewicht richtig zu stellen. Gewichte, die unten hohl gegossen sind, werden nicht geeicht und gestempelt. (§. 15 der angeführten allerhöchsten Verordnung.)

XXI. Lehrstunde.

Von den Gewichten aus Messing.

Die Reihenfolge derselben ist (§. 16 der allerhöchsten Verordnung vom 14. Sept. 1869):

10	Kilogramm,	100	Gramm,
5	„	50	„
2	„	20	„
1	„	10	„ od. 1 Dekagramm,
500	Gramm oder 1 Pfund,	5	„
1/2	Pfund,	2	„
200	Gramm,	1	„

Die Messinggewichte erhalten die Form eines Cylinders, dessen Höhe gleich dem Durchmesser ist.

Nur für Gewichte von 1/2 ℔, von 2 und von 1 Gramm ist der Cylinder in solchen Dimensionen ausgeführt, daß die Höhe gleich ist der Hälfte des Durchmessers.

In allen Fällen besitzt der Cylinder einen angegossenen Knopf, auf dessen oberer Fläche in Zahlen die Gewichtsgröße und in abgekürzter Bezeichnung die Benennung der Einheit angegeben ist. Das halbe Pfund ist mit der Bezeichnung 1/2 Pf. oder 1/2 ℔ versehen.

Die Gewichtsstücke bis einschließlich zum Dekagramm herab müssen an der obern Fläche eine Oeffnung besitzen, welche zu einem Hohlraum im Innern des Gewichtsstückes führt.

Auf Gewichtsstücke von 5 Gramm abwärts wird der Eichstempel unmittelbar auf der obern Fläche des Cylinders aufgetragen.

Wenn die Größe des Knopfes gleich ist dem innern hohlen Raum, so daß also die hohlen Gewichte dasselbe Volumen besitzen, wie die massiven ohne Knopf, so lassen sich die Dimensionen leicht in folgender Art berechnen.

Ist 8,4 das spezifische Gewicht des Messings, so ist das Volumeu des Messing-Kilogrammes

$$J = \frac{1000}{8,4} = 119,05 \text{ Kubikzentimeter.}$$

Sei r der Halbmesser der Basis in Zentimetern ausgedrückt, so erhält man nach früheren Angaben den Halbmesser aus der Formel:

$$2 r^3 \pi = J$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{J}{2\pi}}$$

Man findet hieraus für den Halbmesser 2,666 Zentimeter oder 26,66 Millimeter, folglich für die Höhe und den Durchmesser 53,3 Millimeter.

Nach dieser Formel wurde folgende Tabelle berechnet:

Gewichte.		Durchmesser u. Höhe des Cylinders in Millimetern.
10	Kilogramm	114,9
5	"	91,2
2	"	67,2
1	"	53,3
500	Gramm oder 1 Pfund .	42,3
200	"	31,2
100	"	24,7
50	"	19,6
20	"	14,4
10	"	11,4

Bei dem ½ ℔ Gewicht ist die Höhe die Hälfte des Durchmessers, also wird man den Halbmesser aus der Formel finden:

$$r^3\pi = J$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{J}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{1000}{4 \,.\, 8{,}4 \,.\, \pi}} = 2{,}12 \text{ Zentim.}$$

$$r = 21{,}2 \text{ Millimeter.}$$

Die Höhe dieses Gewichtes ist also 21,2 Millimeter, der Durchmesser 42,4 Millimeter.

Bei feineren Arbeiten, besonders bei physikalischen und und chemischen Untersuchungen, bedarf man noch kleinerer Gewichte als die bisher angeführten. Dieselben werden aus Platin-, Silber- oder Aluminiumblech gewöhnlich in folgender Reihe hergestellt:

1 Gewicht von 5 Dezigramm,
1 Gewicht von 2 Dezigramm,
2 Gewichte von 1 Dezigramm,

1 Gewicht von 5 Zentigramm,
1 Gewicht von 2 Zentigramm,
2 Gewichte von 1 Zentigramm,
1 Gewicht von 5 Milligramm,
2 Gewichte von 2 Milligramm,
1 Gewicht von 1 Milligramm.

Die Summe dieser zwölf Gewichte beträgt genau ein Gramm; sie sind nothwendig, aber auch genügend, um alle Gewichtsbestimmungen zwischen 1 und 1000 Milligramm zu machen.

Diese kleinen Gewichte erhalten die Form quadratischer Plättchen, deren eines Ende umgebogen ist, um dasselbe mittelst einer Pincette fassen zu können. Was ihre Dimensionen betrifft, so kann man hier keiner bestimmten Regel folgen; denn die Herstellung vorherbestimmter Dicken für die Plättchen dürfte mit großen Schwierigkeiten verbunden sein.

Gewöhnlich gibt man denselben folgende Dimensionen:

	Seite des Quadrats.
5 Dezigramm . . .	15 Millimeter,
2 Dezigramm . . .	12 "
1 Dezigramm . . .	10 "
5 Zentigramm . . .	9 "
2 Zentigramm . . .	7 "
1 Zentigramm . . .	6 "
5 Milligramm . . .	5 "
2 Milligramm . . .	4 "
1 Milligramm . . .	3,3 "

Die Schwierigkeit der genauen Herstellung dieser kleinen Gewichte und die beträchtliche Zeit, welche deren Berichtigung erfordert, war Veranlassung, statt der viereckigen Plättchen Metalldrähte in Anwendung zu bringen. In der That wird ein Metalldraht, wenn derselbe mittelst des nämlichen Zieheisens hergestellt wird, nothwendigerweise gleichen Durchmesser erhalten. Es wird alsdann genügen, ein Stück dieses Metalldrahtes, welches genau ein Gramm wiegt, in zehn gleiche Theile zu zerschneiden, um Dezigramme zu erhalten; eines dieser Dezigramme wieder in

zehn gleiche Theile zu schneiden, um Zentigramme, und eines davon in zehn gleiche Theile, um Milligramme zu erhalten. Diese Gewichte werden eine sehr große Genauigkeit erhalten, und keine Wage wird einen Fehler derselben anzeigen. Diese drahtförmigen Gewichte wird man alsdann auf Cylindern aufrollen.

Hätte z. B. ein Gramm des Drahtes eine Länge von 5 Metern, so wäre jedes Dezigramm 5 Dezimeter, jedes Zentigramm 5 Zentimeter und jedes Milligramm 5 Millimeter lang.

XXII. Lehrstunde.

Von der Wage.

Bis jetzt haben wir bloß die Form der metrischen Gewichte kennen gelernt; es ist nun noch weiter nothwendig, mit ihrer Anwendung und Prüfung vertraut zu sein, wozu man durch Benützung der Wage gelangt; es wird deshalb von Nutzen sein, auf dieselbe etwas näher einzugehen.

Eine Wage besteht aus drei Hauptbestandtheilen: dem Gestell oder Stativ, dem Wagbalken und den beiden Wagschalen.

Das Stativ trägt den Wagbalken, an dessen beiden Enden die Wagschalen aufgehängt sind. Gehen wir an die Beschreibung der einzelnen Theile.

1) Das Stativ oder Gestelle einer Wage ist meist von Metall oder Holz; es muß die gehörige Standfestigkeit und Stärke besitzen; seine Länge soll die des Wagbalkens nahezu erreichen; die letzte Bedingung ist jedoch nicht unumgänglich nothwendig. Auf dem obern Theil des Statives sind zwei kleine Platten von gehärtetem Stahl oder zwei Achate angebracht, welche die Bestimmung haben, den beiden Enden der Mittelschneide des Wagbalkens als Unterlage zu dienen; es ist durchaus nothwendig, daß diese beiden Unterlagen genau horizontal seien und sich in gleicher Höhe befinden.

2) Der Wagbalken muß stark genug sein, um auch durch die größten Gewichte, die mit der Wage bestimmt

werden sollen, nicht gebogen zu werden. Man macht ihn gewöhnlich aus Stahl, Eisen, Bronze, Messing. Quer durch die Mitte des Wagbalkens geht ein dreiseitiges Stahlprisma, dessen Schneide nach abwärts gekehrt ist und auf den Stahl- oder Achatplättchen des Statives aufruht. In gleicher Entfernung von dieser Mittelschneide befinden sich an den Enden des Wagbalkens zwei kleine dreiseitige Prismen, die ihre Schneiden nach oben kehren und zur Aufhängung der Wagschalen dienen. Die beiden Hälften des Wagbalkens heißt man Wagbalkenarme. Die drei Schneiden müssen unter einander parallel laufen und in derselben Ebene liegen; die Vollkommenheit einer Wage beruht besonders auf dieser Bedingung.

Ferner muß der Wagbalken in der Gleichgewichtslage horizontal stehen und in diese Lage nach einer Reihe von Schwingungen zurückkehren, wenn er aus derselben gebracht wurde. Die Größe dieser Schwingungen mißt man mit Hilfe eines Zeigers, der in der Mitte des Wagbalkens senkrecht zu diesem angebracht ist (Zunge), und dessen eines Ende bei feineren Wagen auf einen eingetheilten Gradbogen zeigt.

Unter übrigens gleichen Umständen wird eine Wage um so empfindlicher sein, von je längerer Dauer die Schwingungen ihres Wagbalkens sind.

3) Die Wagschalen sind in der Regel von Metall; sie sind je an 3 oder 4 Drähten, Schnüren oder Ketten befestigt, die mittelst Hacken an den äußern Schneiden des Wagbalkens aufgehängt werden. Da die beiden Wagschalen und ihre Aufhängungen gleich schwer sind, so werden sie auch keinen Ausschlag des Wagbalkens verursachen.

Die Wage dient, um die Körper mittelst der Gewichte zu wägen. Man legt die Körper in die eine Wagschale und in die andere so viel Gewichte, bis Gleichgewicht hergestellt ist, was man an dem horizontalen Stand des Wagbalkens, beziehungsweise an der vertikalen Stellung der Zunge erkennt. Man sagt alsdann, daß der in Frage stehende Körper ebenso viel wiege als die Gewichte, oder daß diese das Totalgewicht des Körpers ausdrücken.

Man hat die Form der Wage und ihrer Theile auf mannigfache Weise abgeändert. Wir können hier nicht auf diese Details eingehen, weil uns dieß zu weit führen würde; in einer der nächsten Lehrstunden dagegen sollen noch einige häufig im Gebrauch stehende Wagen behandelt werden.

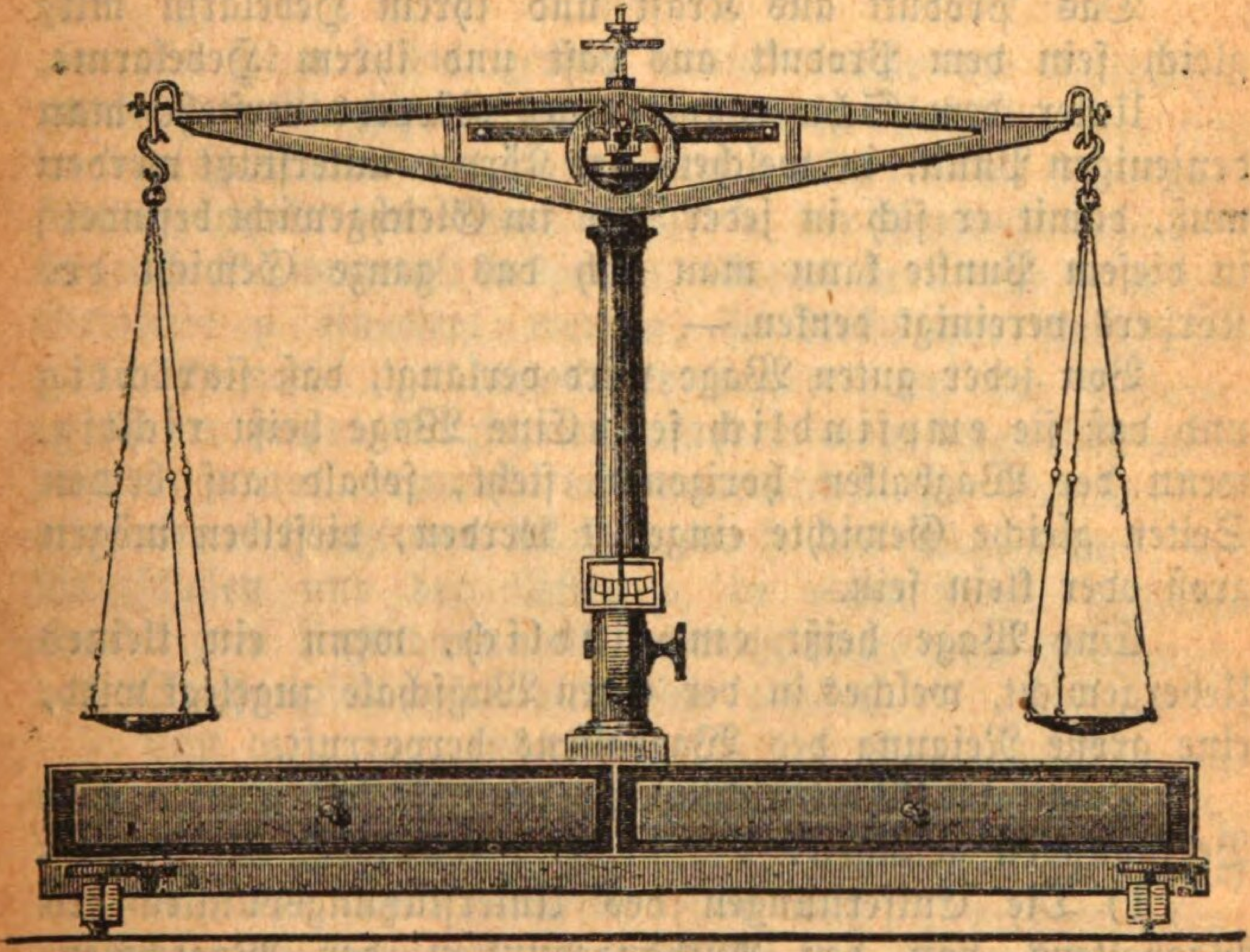


Fig. 3.

XXIII. Lehrstunde.

Von den nothwendigen Eigenschaften einer guten Wage.

Für die folgenden Untersuchungen ist es nothwendig, zunächst einige Bemerkungen über Hebel und Schwerpunkt vorauszuschicken.

Denkt man sich eine unbiegsame Stange, die in einem Punkte unterstützt ist, und an welcher an zwei andern Punkten Kräfte wirken, welche die Stange um den Unter-

stützungspunkt zu drehen streben, so heißt man diese Vorrichtung einen Hebel. Die Punkte, an welchen die beiden Kräfte wirken, von welchen man die eine die Kraft, die andere die Last heißt, nennt man die Angriffspunkte derselben, ihre Entfernungen vom Unterstützungspunkt die Hebelarme. Das Gesetz für den Gleichgewichtszustand des Hebels lautet:

Das Produkt aus Kraft und ihrem Hebelarm muß gleich sein dem Produkt aus Last und ihrem Hebelarme.

Unter dem Schwerpunkt eines Körpers versteht man denjenigen Punkt, in welchem der Körper unterstützt werden muß, damit er sich in jeder Lage im Gleichgewicht befindet; in diesem Punkte kann man sich das ganze Gewicht des Körpers vereinigt denken.—

Von jeder guten Wage wird verlangt, daß sie richtig und daß sie empfindlich sei. Eine Wage heißt richtig, wenn der Wagbalken horizontal steht, sobald auf beiden Seiten gleiche Gewichte eingelegt werden, dieselben mögen groß oder klein sein.

Eine Wage heißt empfindlich, wenn ein kleines Uebergewicht, welches in der einen Wagschale zugelegt wird, eine große Neigung des Wagbalkens hervorruft.

Damit die Wage richtig sei, muß sie folgenden beiden Bedingungen genügen:

1) Die Entfernungen des Unterstützungspunktes des Wagbalkens von den Aufhängepunkten der Wagschalen, d. h. die Wagbalkenarme, müssen gleich sein; diese Bedingung folgt aus dem oben angeführten Hebelgesetz, da der Wagbalken nichts anderes ist als ein Hebel.

2) Der Wagbalken muß horizontal stehen, wenn in den Wagschalen gar keine Gewichte liegen.

Man überzeugt sich von der Richtigkeit, wenn man die beiden Wagschalen, nachdem der Wagbalken ins Gleichgewicht gebracht ist, sammt den eingelegten Gewichten vertauschen kann, ohne den Gleichgewichtszustand zu stören.

Um die Empfindlichkeit einer Wage, d. h. die Neigung des Wagbalkens bei aufgelegtem Uebergewicht auf der einen Wagschale zu bestimmen, machen wir folgende Betrachtung.

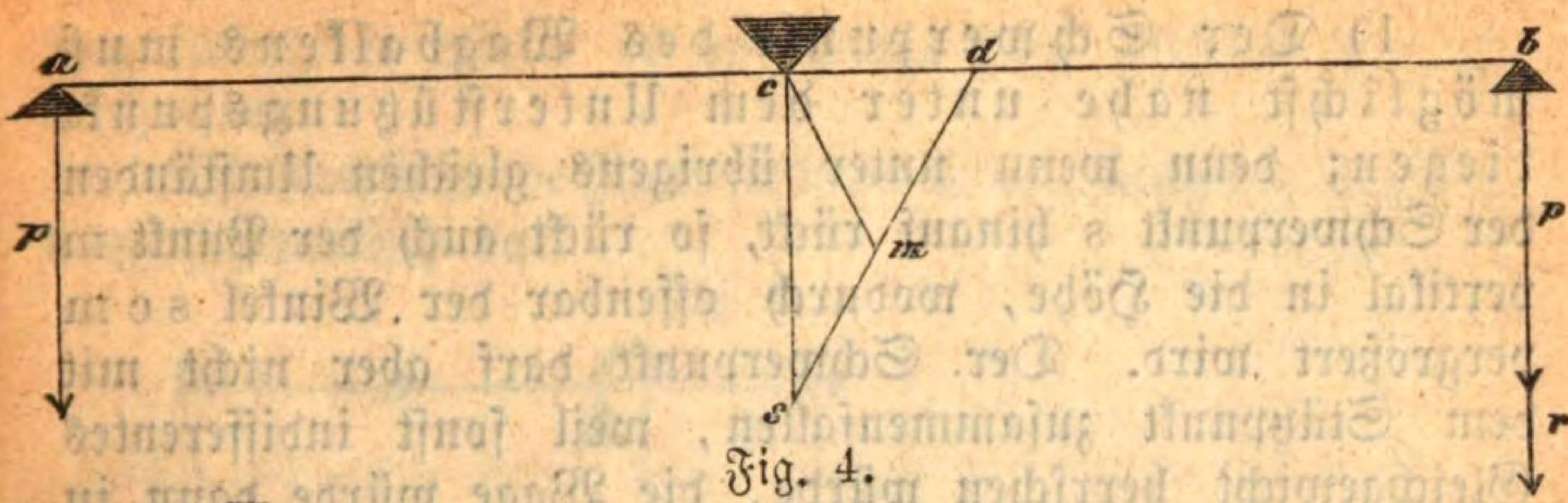


Fig. 4.

Es sei a b die gerade Linie, welche die Aufhängepunkte der Wagschalen verbindet, deren Gewichte wir uns in den Punkten a und b vereinigt denken; c sei der Unterstützungspunkt des Wagbalkens; s der senkrecht unter c liegende Schwerpunkt desselben. Wenn in a und b gleiche Gewichte p eingelegt werden, so bleibt der Wagbalken natürlich noch in horizontaler Lage; denn der Schwerpunkt der beiden Wagschalen mit den eingelegten Gewichten fällt in c und demnach der gemeinschaftliche Schwerpunkt aller in c hängenden Massen, d. h. des Wagbalkens, der Wagschalen und der Lasten p, in einen Punkt zwischen s und c; er liegt dann noch senkrecht unter dem Stützpunkt, das Gleichgewicht wird also nicht gestört.

Legt man dagegen auf der einen Seite ein Uebergewicht r zu, so fällt der Schwerpunkt der aufgelegten Gewichte nicht mehr mit c zusammen, sondern er wird nach der Seite des Uebergewichts, etwa nach d, herüberrücken; der Gesammtschwerpunkt wird folglich in einen Punkt m der Linie d s zu liegen kommen. Jetzt liegt bei horizontaler Stellung des Wagbalkens der Schwerpunkt nicht mehr unter dem Stützpunkt; der Gleichgewichtszustand wird also gestört werden; der Wagbalken wird sich so lange um c drehen, bis m wieder senkrecht darunter liegt. Dabei wird sich nothwendig der Arm c a heben, c b dagegen senken. Der Winkel, um den sich der Wagbalken dabei dreht, heißt der Ausschlagwinkel und er ist gleich dem Winkel s c m.

Von der Größe dieses Winkels hängt nun die Empfindlichkeit der Wage ab, und es ist also zu untersuchen, unter welchen Umständen derselbe möglichst groß wird. Diese sind aber, wie leicht an obiger Figur zu sehen, folgende:

1) **Der Schwerpunkt des Wagbalkens muß möglichst nahe unter dem Unterstützungspunkt liegen**; denn wenn unter übrigens gleichen Umständen der Schwerpunkt s hinauf rückt, so rückt auch der Punkt m vertikal in die Höhe, wodurch offenbar der Winkel s c m vergrößert wird. Der Schwerpunkt darf aber nicht mit dem Stützpunkt zusammenfallen, weil sonst indifferentes Gleichgewicht herrschen würde, die Wage würde dann in allen Lagen in Ruhe sein; er darf aber auch nicht oberhalb des Unterstützungspunktes liegen, weil sonst der Wagbalken bei dem kleinsten Uebergewicht umschlagen würde, und die Wage also nicht mehr zu brauchen wäre.

2) **Die Länge des Wagbalkens soll eine möglichst große sein.** Wenn man, ohne sonst etwas zu verändern, den Wagbalken verlängern könnte, so würde der Punkt d weiter von c wegrücken, folglich auch der Punkt m parallel mit a b sich von c s hinwegbewegen, die Linie c m würde also mit c s einen größeren Winkel bilden, folglich der Ausschlagwinkel und damit die Empfindlichkeit wachsen.

3) **Das Gewicht des Wagbalkens muß ein möglichst geringes sein.** Im Punkte d können wir uns das Gewicht der Lasten, in s das Gewicht des Wagbalkens vereinigt denken; je kleiner nun das letztere wird, desto näher wird offenbar der Gesammtschwerpunkt m gegen den Punkt d hinaufrücken, desto größer also der Winkel s c m werden. Aus dem letzten Grunde wendet man gewöhnlich durchbrochene Wagbalken an.

Was die beiden letzten Bedingungen betrifft, so sind dieselben natürlich immer an gewisse Grenzen gebunden, die nicht überschritten werden dürfen, ohne daß die Wage wegen der zu großen Länge der Wagbalken zu unbequem für den Gebrauch würde, oder wegen ihrer Leichtigkeit die nöthige Festigkeit verlöre.

XXIV. Lehrstunde.

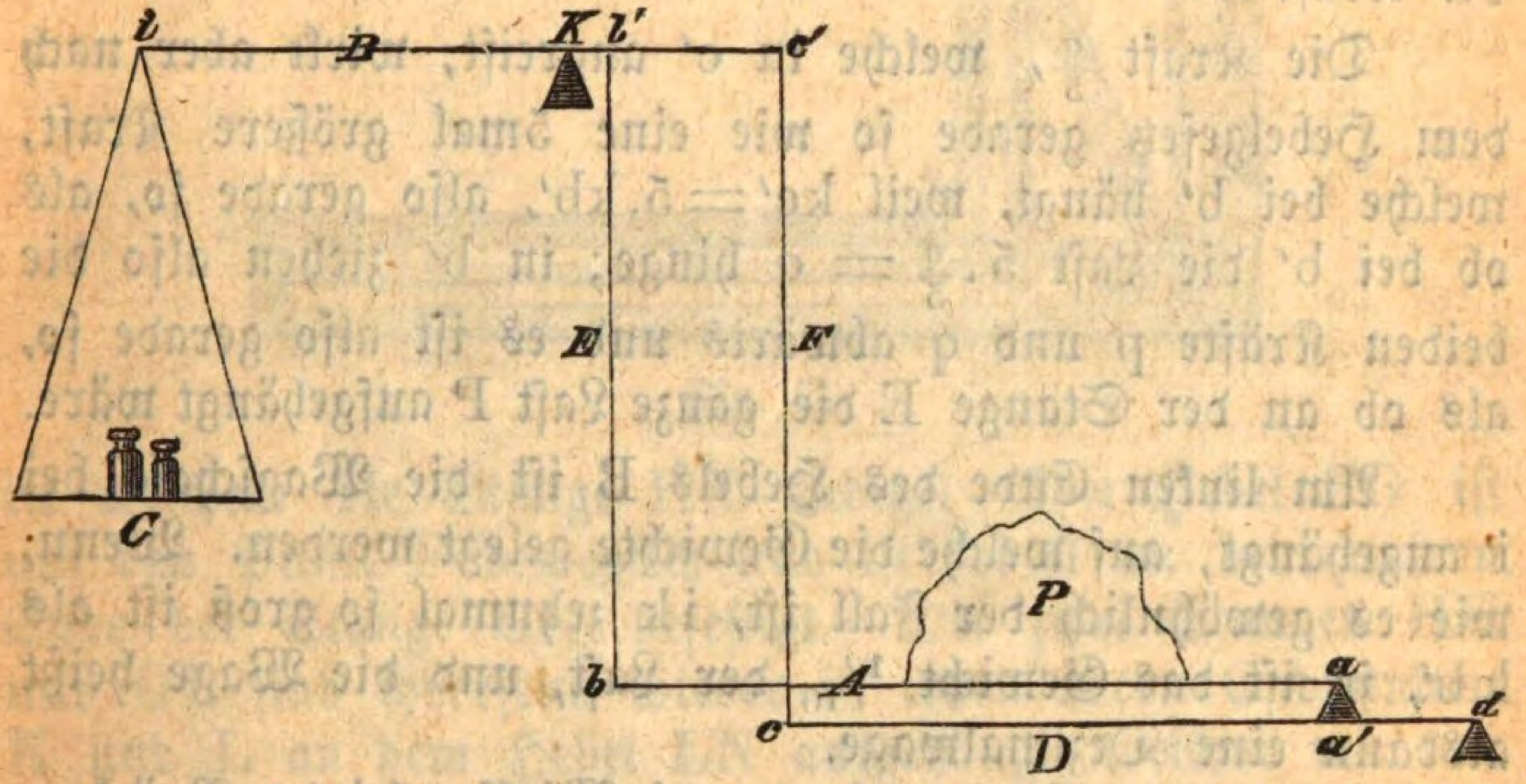
Die Brückenwage und Schnellwage.

Da die Brückenwage zum Wägen größerer Lasten außerordentlich bequem ist und auch deßhalb sehr viele Anwend-

ung findet, so dürfte es am Platze sein, dieselbe hier zu beschreiben.

Die nachstehende Figur stellt die Einrichtung der Brückenwage schematisch dar.

Fig. 5.



Die Last P liegt auf einem Brette A, welches bei a auf einer Schneide ruht, bei b aber an einer Stange E befestigt ist. Die Stange E ist bei b' an dem einen Arm eines auf der Schneide k ruhenden Hebels angehängt.

Die Schneide a ruht auf einem Hebel D, dessen Drehpunkt bei d ist, und dessen anderes Ende c an einer bei c' angehängten Stange F befestigt ist.

Die Hauptbedingung für die Brauchbarkeit dieser Wage ist nun, daß sich kb' zu kc' genau ebenso verhält, wie da' zu dc, wenn also kc', wie es häufig der Fall ist, 5mal so groß ist als kb', so muß auch dc genau 5mal so groß sein, als da'. Sobald diese Bedingung erfüllt ist, ist es ebenso, als ob die ganze Last an der Stange E angehängt wäre, welche Stelle auf dem Brett sie auch einnehmen mag.

Es läßt sich dies leicht beweisen. Ein Theil des Gewichtes der Last P drückt auf die Schneide a, ein Theil zieht an der Stange E. Bezeichnen wir mit q den Druck auf die Schneide a, mit p den Zug an der Stange E, so ist $p + q = P$.

Die Last q, welche auf die Schneide a drückt, wirkt an dem Hebelarm a'd; ist nun $cd = 5 . a'd$, so wirkt die

in a' drückende Kraft q gerade so, wie eine bei c oder c' niederziehende Kraft $\frac{q}{5}$ (Hebelgesetz).

An dem Hebel B ziehen also rechts von der Schneide k zwei Kräfte, nämlich bei b' die Kraft p, bei c' aber die die Kraft $\frac{q}{5}$.

Die Kraft $\frac{q}{5}$, welche in c' angreift, wirkt aber nach dem Hebelgesetz gerade so wie eine 5mal größere Kraft, welche bei b' hängt, weil $kc' = 5 . kb'$, also gerade so, als ob bei b' die Last $5 . \frac{q}{5} = q$ hinge; in b' ziehen also die beiden Kräfte p und q abwärts und es ist also gerade so, als ob an der Stange E die ganze Last P aufgehängt wäre.

Am linken Ende des Hebels B ist die Wagschale bei i angehängt, auf welche die Gewichte gelegt werden. Wenn, wie es gewöhnlich der Fall ist, ik zehnmal so groß ist als kb', so ist das Gewicht $^1/_{10}$ der Last, und die Wage heißt alsdann eine Dezimalwage.

Nachdem im Vorhergehenden die Wirksamkeit der Brückenwage gezeigt wurde, sollen die Figuren 7 und 8 die Construktion derselben noch etwas näher versinnlichen.

Der zu wiegende Körper wird auf die Platte AB, Brücke der Wage genannt, gelegt, deren einer Rand in BC aufwärts gerichtet ist. Diese Platte, welche mit dem Stücke D in fester Verbindung steht, stützt sich einerseits in E auf den Hebel FG und ist bei H in einen Ring eingehängt,

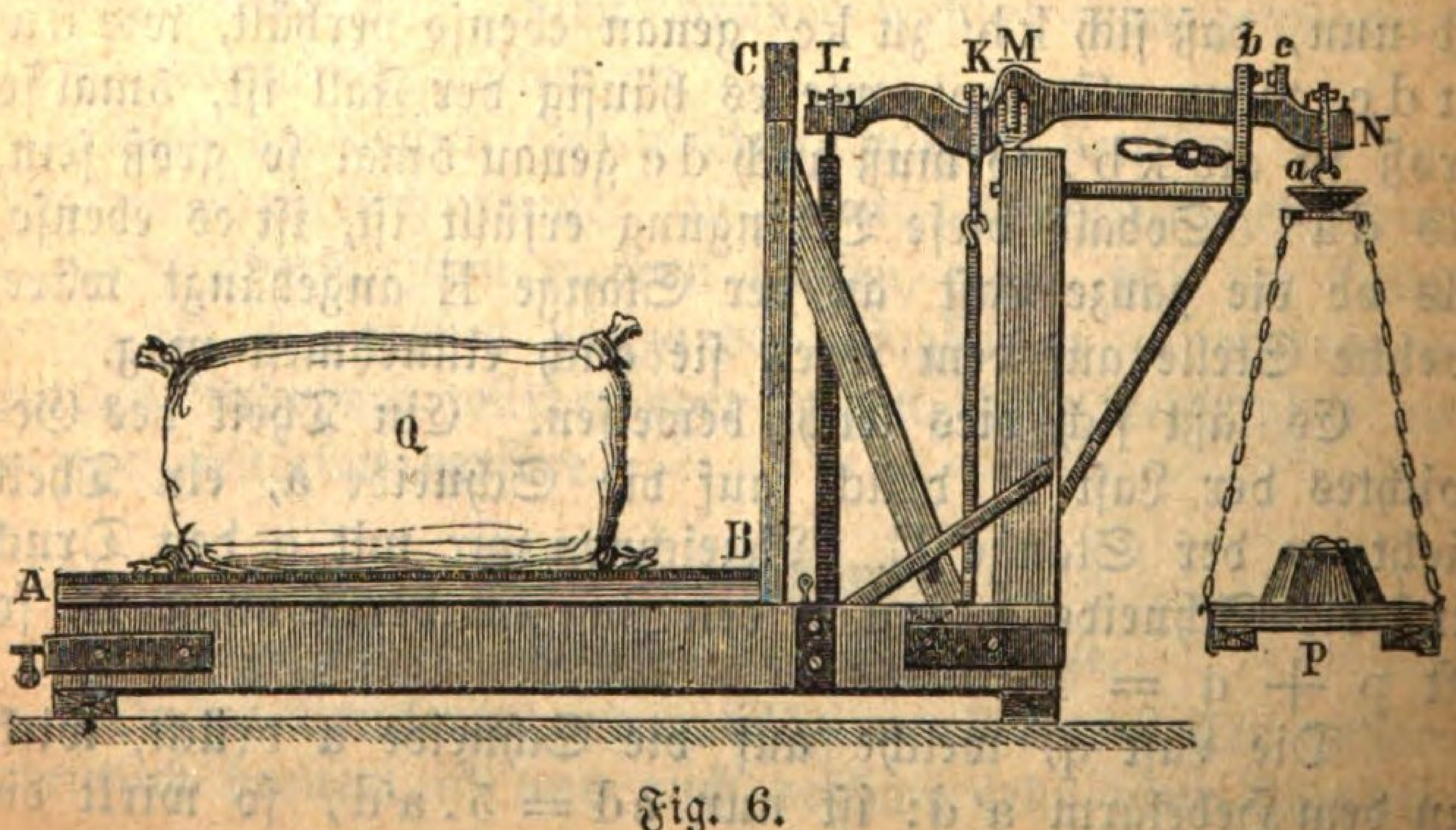


Fig. 6.

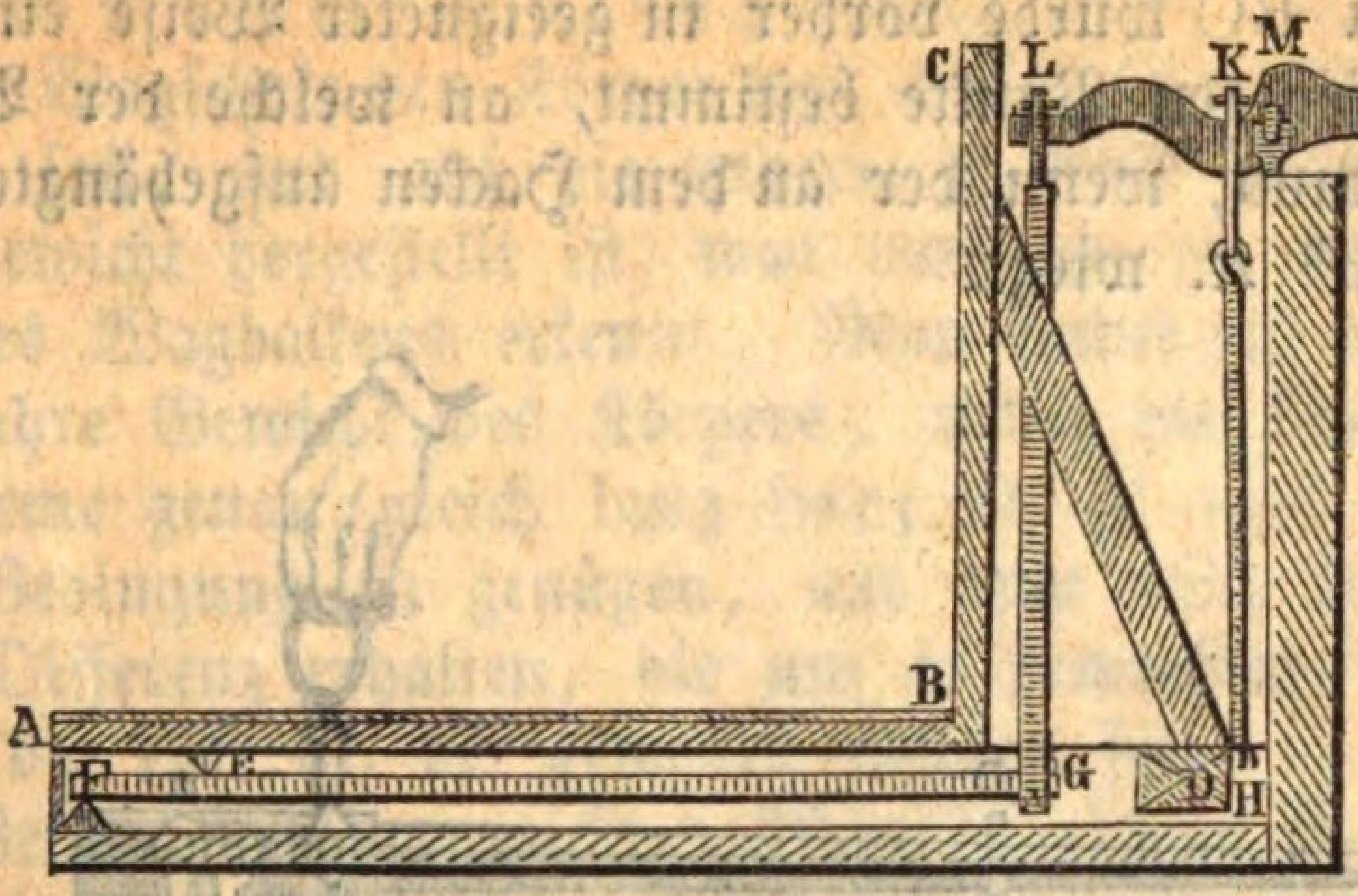


Fig. 7.

in welchem die Stange HK endigt. Der Hebel FG ist um den Punkt F beweglich und ist bei G an dem untern Ende der Stange GL befestigt. Die zwei Stangen HK und GL sind ihrerseits wieder in ihren obern Endpunkten K und L an dem Hebel LN aufgehängt, welcher um den Punkt K drehbar ist; dieser Hebel trägt in N eine Wagschale, die zur Aufnahme der Gewichte dient. Ueber die Größenverhältnisse der einzelnen Dimensionen wurde bereits bei der obigen Auseinandersetzung das Nothwendige erwähnt. —

Die Schnellwage erfordert bei ihrer Anwendung immer nur ein Gewicht, und sie ist deßhalb sehr bequem. Sie besteht aus einem Hebel, der in einem Punkte aufgehängt ist; an dem einen Ende ist eine Wagschale zur Aufnahme der Last befestigt, an dem andern Hebelarm dagegen ist ein Gewicht, das sogenannte Laufgewicht, verschiebbar. Es sind also bei dieser Wage der Lastarm, sowie die Kraft constant, und der Last wird durch Veränderung des Kraftarmes das Gleichgewicht gehalten.

AB sei der Hebel, der im Punkte C aufgehängt und um denselben beweglich ist. In dem Punkte A ist ein Hacken oder eine Wagschale angebracht. Ein Bügel D, welcher längs AB verschoben werden kann, trägt das Laufgewicht Q. Der zu wiegende Körper wird an dem Hacken aufgehängt und das Laufgewicht verschoben, bis Gleichgewicht eintritt, bis also der Hebel AB horizontal steht. Der

Hebelarm BC wurde vorher in geeigneter Weise eingetheilt, d. h. diejenigen Punkte bestimmt, an welche der Bügel zu stehen kommt, wenn der an dem Hacken aufgehängte Körper 1^k, 2^k, 3^k rc. wiegt.

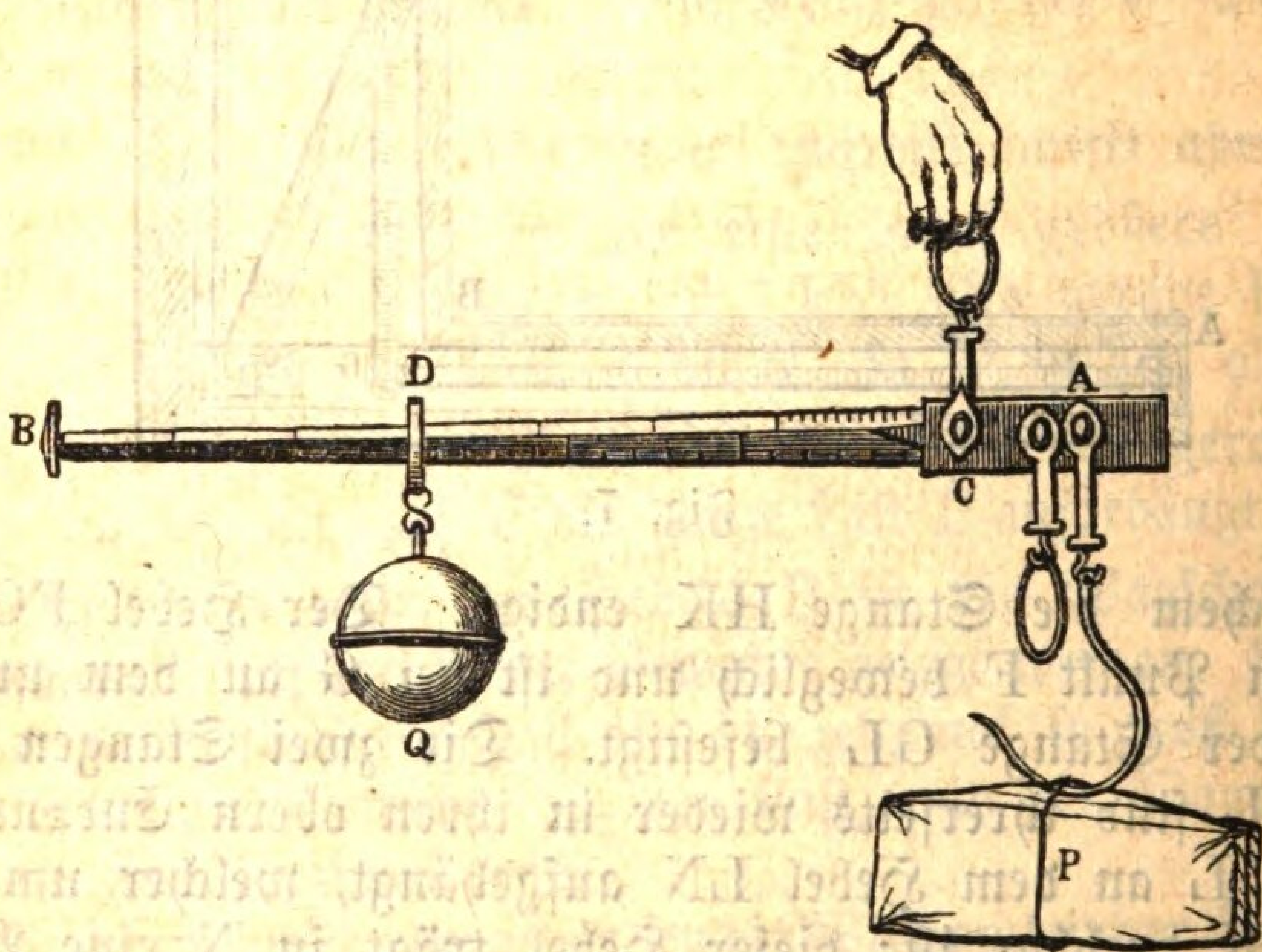


Fig. 8.

Die Schnellwage ist, wie in unserer Figur, häufig mit zwei Ringen versehen, an denen sie aufgehängt werden kann; alsdann muß der Hacken bei A um das äußere Ende des Hebels gedreht werden können, so daß er stets nach unten gerichtet ist. Wenn man weniger schwere Körper zu wiegen hat, so hängt man die Wage wie in der Figur an dem Ring auf, der von C weiter entfernt ist; sollen größere Lasten gewogen werden, so kehrt man die Wage um und hängt sie an dem Ring auf, der näher an C liegt; dadurch wird der Hebelarm der Last verkleinert.

Auf weitere Wagen, wie Federwagen, Zeigerwagen, Roberval'sche Wagen u. s. w. einzugehen, verbietet der Zweck vorliegender Arbeit.

XXV. Lehrstunde.

Verschiedene Arten des Wägens.

Nachdem im Vorhergehenden die Einrichtung der Wage beschrieben wurde, wird der Lehrer nun seinen Schülern die Art ihrer Anwendung zeigen.

Die **einfache Wägung** besteht darin, daß man auf die eine Wagschale den Körper legt, dessen Gewicht bestimmt werden soll, und auf die andere so viele Gewichte, bis Gleichgewicht hergestellt ist, was man an der horizontalen Lage des Wagbalkens erkennt. Man findet auf diese Weise das wahre Gewicht des Körpers, wenn die beiden Wagbalkenarme genau gleich lang sind; es ist aber schwierig, dieser Bedingung zu genügen, und man wird immer eine kleine Differenz erhalten, die um so bemerkbarer wird, je größer die Last ist, die gewogen werden soll.

Wenn die Wage nicht vollständig richtig ist, so kann man folgendes Verfahren anwenden: man wiegt den Körper nacheinander in beiden Wagschalen und nimmt das Mittel der beiden erhaltenen Resultate. Erhält man z. B. bei der ersten Wägung 510 und bei der zweiten 514 Gramm, so wird das wahre Gewicht nahezu 512 Gramm sein.

Anmerkung. Nicht das arithmetische, sondern das geometrische Mittel wird nach dem Hebelgesetz das richtige Gewicht liefern, d. h. man muß, um dieses zu erhalten, aus dem Produkt der gefundenen Gewichte die Quadratwurzel ziehen.

Der Lehrer wird sich ferner mit den **doppelten Wägungen** beschäftigen, die bei genauen Gewichtsbestimmungen zur Verwendung kommen. Er legt zuerst den zu bestimmenden Körper auf die eine Wagschale und auf die andere irgend welche Gewichte und stellt das Gleichgewicht durch Hinzufügung von kleinen Körpern genau her. Dann entfernt er den Körper und legt an seine Stelle Gewichte ein, bis sich die Wage wieder im Gleichgewichtszustande befindet. Diese Gewichte werden alsdann das Gewicht des Körpers angeben, auch wenn die Wage nicht vollständig richtig wäre, d. h., wenn die beiden Wagbalkenarme nicht genau gleich lang wären.

Bei doppelten Wägungen bedient man sich zu diesem Zwecke gewöhnlich der Bleischrote, die man, um das Rollen derselben zu vermeiden, mit einem Hammer abgeplattet hat. Diese Schrote, die ebenso wie die kleinen Gewichte mit einer Pincette eingelegt werden, sind meist in einer kleinen Vertiefung des Statives der Wage enthalten. Manchmal wendet man auch feinen Sand an.

Wenn man die Gewichte sehr verschieden schwerer Körper genau bestimmen soll, so wird dazu eine Wage nicht ausreichen, da wir schon gesehen haben, daß die Empfindlichkeit der Wage mit dem Wachsen der Belastung abnimmt; der Grund liegt darin, daß die Biegung des Wagbalkens mit der Belastung sich vermehrt. Es ist alsdann nicht mehr möglich, diese verschiedenen Wägungen durch Addition oder Subtraktion mit einander zu verbinden, die letzten Theile des Grammes werden verschwinden gegen das Kilogramm und seine Vielfachen.

Um diesem Uebelstande zu begegnen, hat man eine dritte Methode der Wägung erdacht, welche Wägung mit constantem Gewicht heißt, und dazu wurden für Physiker und Chemiker sehr einfache Wagen construirt, welche dieser neuen Methode angepaßt sind.

Will man z. B. Wägungen bis zu 10 Kilogramm bei einer Genauigkeit von einem Dezigramm ausführen, so nimmt man dazu einen Wagbalken, der stark genug ist, um eine Belastung von 10 Kilogramm an beiden Enden zu tragen. In dieser Lage des Wagbalkens corrigirt man die Biegung desselben, indem man eine der Schneiden in der Art in die Höhe rückt, daß sie mit den beiden andern in eine gerade Linie zu liegen kommt, und daß die Wage bei einem Dezigramm noch einen Ausschlag gibt; alsdann werden die drei Schneiden an ihrer Stelle befestigt.

Um nun einen Körper zu wiegen, dessen Gewicht kleiner ist als 10 Kilogramm, läßt man auf der einen Wagschale die constante Belastung von 10 Kilogramm, legt auf die andere den Körper und beliebige Gewichte, bis Gleichgewicht hergestellt ist; alsdann nimmt man den fraglichen Körper heraus, und stellt das Gleichgewicht durch hinzugelegte geeichte Gewichte wieder her; diese geben das Gewicht des Körpers, derselbe mag leicht oder schwer sein, mit einer Genauigkeit auf 1 Dezigramm an. Oder besser, man sucht ein für alle Male die Tara von 10 Kilogramm; dieselbe läßt man auf der einen Wagschale liegen, legt auf die andere den zu wiegenden Körper und bringt die Wage durch Hinzulegen der nothwendigen geeichten Gewichte ins

Gleichgewicht; die Differenz aus 10 Kilogramm und diesen letzten Gewichten gibt alsdann das Gewicht des Körpers, so daß man zur Bestimmung desselben immer nur eine Wägung vorzunehmen braucht.

XXVI. Lehrstunde.

Prüfung der Gewichte.

Der Lehrer wird den größten Theil dieser Lehrstunde den Wägungen widmen, die er durch die Schüler ausführen läßt.

Zugleich zeigt er denselben die Art der Berechnung der Gewichte, die bei der Wägung eines Körpers zur Verwendung kommen. Nehmen wir an, die aufgelegten Gewichte seien folgende:

1 Kilogramm	1000	Gramm
1 Gewicht von 500 Gramm	500	"
1 " " 200 "	200	"
1 " " 100 "	100	"
1 " " 20 "	20	"
1 " " 10 "	10	"
1 " " 2 "	2	"
1 " " 1 "	1	"
1 Gewicht von 5 Dezigramm	0,5	"
1 " " 1 "	0,1	"
1 Gewicht von 2 Zentigramm	0,02	"
1 " " 1 "	0,01	"
1 Gewicht von 5 Milligramm	0,005	"
so hat man in Summa	1833,635	Gramm.

Weiter bestimmt der Lehrer Gewichte, welche die Schüler alsdann zusammenstellen müssen; er verlangt z. B. eine Wägung von 837 Gramm 23 Zentigramm, so werden dazu folgende Gewichte nothwendig sein:

Das Gewicht von 500 Gramm
" " " 200 "
" " " 100 "
" " " 20 "
" " " 10 "

Das	Gewicht	von	5	Gramm
„	„	„	2	„
„	„	„	2	Dezigramm
„	„	„	2	Zentigramm
„	„	„	1	Zentigramm.

Ferner seien noch zusammenzustellen:

1254	Gramm	57	Zentigramm
608	Gramm	19	Zentigramm
510	Gramm	276	Milligramm
86	Gramm	53	Milligramm.

Wenn die Gewichte der Feuchtigkeit ausgesetzt sind, so werden sie beträchtlich schwerer; die eisernen rosten dabei, d. h. der Sauerstoff der atmosphärischen Luft verbindet sich mit dem Eisen zu Eisenoxyd. Entfernt man diesen Rost, so verlieren natürlich dadurch die Gewichte ihren richtigen Werth.

Es folgt daraus, das man die Gewichte stets an einem trockenen Ort aufbewahren muß. Man darf sie nicht oft abtrocknen, noch weniger aber mit einem harten Stoff reiben. Es genügt z. B. um bei einem Kilogramm von Messing einen Verlust von 1 Milligramm heibeizuführen, wenn man dasselbe einige Minuten, selbst mit einem reinen Lappen reibt.

Um den Gleichgewichtszustand einer Wage zu erkennen, ist es nicht nothwendig das Ende der Schwingungen des Wagbalkens abzuwarten; sondern nur bis die Schwingungen nach beiden Seiten hin gleich groß sind, was die Zunge der Wage auf dem eingetheilten Gradbogen anzeigt.

Der Lehrer beschließt diese Lehrstunde mit einer Uebung in den einfachen und doppelten Wägungen, die er durch die Schüler ausführen läßt.

Er wird alsdann die Gleichheit zweier Kilogramme von Messing und Eisen prüfen, hierauf mittelst derselben die Genauigkeit des 2 Kilogrammgewichtes. Nachdem er drittens die Tara von 2 Kilogramm hergestellt hat, legt er dieselbe nebst dem 2 Kilogrammgewichte und einem Kilogramm zusammen auf eine Wagschale, um die Richtigkeit

des 5 Kilogrammgewichtes zu bestätigen. Viertens dient dieses nebst den vorhergehenden Gewichten zur Prüfung des 10 Kilogrammgewichtes.

XXVII. Lehrstunde.

Vergleichung der Gewichte mit den Körpermaßen.

Man bezeichnet mit dem Namen Tara das Gewicht, welches dazu dient, ein Gefäß, in dem eine Frucht oder eine Flüssigkeit gewogen werden soll, ins Gleichgewicht zu bringen.

Will man z. B. 500 Gramm Oel abwägen, so stellt man auf die eine Wagschale ein hinreichend großes Gefäß, das durch Gewichte auf der andern Wagschale ins Gleichgewicht gebracht wird; diese heißen die Tara des Gefäßes. Alsdann legt man der Tara noch 500 Gramm hinzu und gießt nach und nach so viel Oel ins Gefäß, bis der Gleichgewichtszustand der Wage eingetreten ist, so hat man damit 500 Gramm Oel abgewogen.

Wollte man das Gewicht einer Flüssigkeit finden, welche irgend ein Gefäß zu fassen vermag, so bestimmt man zuerst die Tara des Gefäßes, alsdann das Gewicht des mit Flüssigkeit gefüllten Gefäßes. Die Differenz aus dem letztern und erstern Gewicht gibt das Gewicht der Flüssigkeit.

Wie wir in Nr. 11 gesehen haben, zieht sich die Flüssigkeit an den Rändern des Gefäßes in die Höhe; sobald sie aber am obern Rande angelangt ist, wird die Oberfläche eine convexe und dieser Ueberschuß von Flüssigkeit kann bei Wasser bis auf $^1/_{60}$ des ganzen Inhaltes steigen, wenn dasselbe im Zinn-Liter gemessen wird. Dieser Umstand bildet eine der Ursachen, warum bei den Flüssigkeitsmaßen die Höhe größer ist als der Durchmesser, weil sich dieser Ueberschuß mit der obern Fläche des Maßes vermindert.

Bei den Trockenmaßen kann sich dieser Ueberschuß noch höher belaufen, wenn dieselben in konischer Form abgemessen werden; man kann denselben aber hier durch das Abstreichholz heben, welches eben diesen Ueberschuß wegnimmt, der bei Hirse ein Neuntel des ganzen betragen kann.

Will man das Gewicht einer Flüssigkeit, die ein Gefäß erfüllt, genau haben, so verfährt man in folgender Weise:

Man nimmt eine ebene Glasplatte zu Hilfe, mittelst welcher man das vorgesetzte Gefäß vollständig verschließen kann, und bestimmt die Tara desselben und der Glasplatte; hierauf füllt man das Gefäß vollständig und schiebt über den Rand des Gefäßes die Glasplatte hin, welche den Ueberschuß der Flüssigkeit entfernt.

Die Operation ist gelungen, wenn man unter dem Glas keine Luftblase sieht. Alsdann ist klar, daß die Oberfläche der Flüssigkeit eben und in gleicher Höhe mit den Rändern des Gefäßes ist. Trocknet man hierauf die äußere Wand des Gefäßes ab, wiegt dasselbe und subtrahirt die Tara, so erhält man das Gewicht der im Gefäß enthaltenen Flüssigkeit.

Der Lehrer wird nun folgende Versuche anstellen:

1) Er erwähnt nochmals, daß das Gramm das Gewicht eines Kubikzentimeters Wasser sei, bestimmt die Tara des Kubikzentimeters und seines Deckels, füllt dasselbe mit Wasser, schließt es, trocknet es von außen ab und wiegt wieder; das Gewicht des Wassers wird alsdann wirklich ein Gramm sein.

2) Der Lehrer ruft seinen Schülern ins Gedächtniß zurück, daß das Kubikzentimeter tausendmal im Kubikdezimeter oder im Liter enthalten sei, so daß also das Liter 1000 Gramm oder ein Kilogramm Wasser enthält. Dieses wird wie das vorhergehende durch den Versuch bestätigt.

3) Der Lehrer macht denselben Versuch mit dem Liter aus Zinn, welches ebenfalls ein Kilogramm Wasser fassen muß.

4) Das halbe Liter hält 500 Gramm oder 1 Pfund Wasser.

5) Das Viertel-Liter enthält 250 Gramm oder ein halbes Pfund Wasser u. s. w.

Ein Kubikmeter Wasser = 1000 Liter muß also 1000 Kilogramm oder eine Tonne wiegen.

Man kann nun weiter das Gewicht eines Steres Werkholz z. B. Tannenholz rechnen, von dem man weiß,

daß es $^2/_3$ mal so schwer ist als Wasser; man erhielte dafür 666,6 Kilogramm.

Das Oel ist etwas leichter als Wasser; während das Liter Wasser 1 Kilogramm oder 1000 Gramm schwer ist, wiegt das Liter Oel ungefähr 915 Gramm; um das Volumen zu finden, welches ein Kilogramm Oel erfüllt, wird man folgende Betrachtung machen: Wenn 915 Gramm 1 Liter ausfüllen, so füllt 1 Gramm $\frac{1}{915}$ Liter und folglich 1000 Gramm $\frac{1000}{915} = 1,093$ Liter.

XXVIII. Lehrstunde.

Dichtigkeit der Körper; spezifisches Gewicht; Bestimmung ihres Rauminhaltes.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, daß ein Liter Wasser ein Kilogramm wiege, dabei aber vorausgesetzt, daß das Wasser eine Temperatur von 4 Grad habe. Würde die Wägung eines Liters Wasser bei höherer Temperatur vorgenommen, so würde man weniger als ein Kilogramm erhalten, weil sich das Wasser durch die Wärme ausgedehnt hätte. Man hat gefunden, daß ein Liter Wasser weniger wiege

um	0,3	Gramm	bei	10	Grad,
„	0,9	„	„	15	„
„	1,8	„	„	20	„
„	2,9	„	„	25	„
„	4,3	„	„	30	„
„	5,9	„	„	35	„
„	7,7	„	„	40	„
„	12,1	„	„	50	„
„	17,0	„	„	60	„
„	22,5	„	„	70	„
„	28,9	„	„	80	„
„	35,8	„	„	90	„
„	43,0	„	„	100	„

Aber das Gefäß, in welchem man das Wasser wiegt, dehnt sich durch die Wärme ebenfalls aus; das Zinn=Liter z. B. dehnt sich proportional der Temperatur um 2,3 Kubik=

zentimeter (oder 2,3 Gramm Wasser) für 100 Grad aus. Will man folglich das Gewicht eines Liter Wasser bei 25° wissen, so müßte man von dem Kilogramm 2,9 Gramm subtrahiren wegen der Ausdehnung des Wassers von 4 bis 25°, dagegen wieder 0,5 Gramm addiren, wegen der Ausdehnung des Gefäßes innerhalb derselben Temperatur, so daß man

$$1000 \text{ Gramm} - 2{,}9 + 0{,}5 = 997{,}6 \text{ Gramm}$$

für das Gewicht des Liters Wasser bei 25° erhielte.

Mit dem Namen Dichtigkeit des Wassers bezeichnet man die verschiedenen Gewichte des Wassers bei gleichem Volumen.

Um einen richtigen Begriff von der Dichtigkeit desselben Körpers bei verschiedenen Temperaturen zu erhalten, wollen wir einen bestimmten Fall etwas näher betrachten. Denken wir uns ein Gefäß, welches mit Wasser von der Temperatur 4° Celsius angefüllt genau ein Liter faßt, so wiegt dieses Wasservolumen 1000 Gramm. Erwärmen wir dasselbe bis 40° Celsius und vernachlässigen der Einfachheit halber die Ausdehnung des Gefäßes, so wird ein Theil des Wassers über den Rand des Gefäßes abfließen; dieß zeigt der Versuch. Die Wärme besitzt nämlich die Kraft, den Zusammenhang der materiellen Theilchen eines Körpers zu vermindern; sie entfernt somit die einzelnen Wassertheilchen von einander und verdrängt einen Theil derselben aus dem Raume des Gefäßes. Weniger Theilchen erfüllen jetzt den unveränderten Raum des Gefäßes und liegen also weniger dicht aneinander; die Dichtigkeit des Wassers wurde also durch Erwärmen vermindert. Das zurückgebliebene Wasservolumen wiegt nach der obigen Tabelle 992,3 Gramm, während das gleich große Wasservolumen bei 4° C. 1000 Gramm wog. Diese Gewichte repräsentiren also das Verhältniß der Dichtigkeit des Wassers bei 4° und 40°; dasselbe ist 1000 : 992,3 oder 1 : 0,9923.

Aber auch bei der gleichen Temperatur besitzen gleiche Volumina verschiedener Körper verschiedenes Gewicht. Denken wir uns eine Kugel von Wasser und eine gleich große Kugel von Eisen, so wird, wenn die Wasserkugel

1 Kilogramm wiegt, die Eisenkugel 7 Kilogramm schwer sein. Die Zahl 7 sagt uns also, wie viel mal ein Eisenvolumen schwerer ist als ein ebenso großes Wasservolumen, und heißt das spezifische Gewicht des Eisens. Ebenso kann man die Gewichte aller Körper mit dem Gewichte eines gleich großen Wasservolumens vergleichen.

Man versteht nun allgemein unter dem spezifischen Gewicht eines Körpers jene unbenannte Zahl, die uns sagt, wie viel mal schwerer oder leichter ein Körper sei, als ein gleich großes Wasservolumen. Das spezifische Gewicht des Wassers ist also gleich 1.

Aus dieser Definition erhellt nun, daß man zur Bestimmung des spezifischen Gewichts irgend eines Körpers nur sein absolutes Gewicht und das eines gleich großen Wasservolumens zu ermitteln hat. Ersteres bestimmt man bekanntlich mittelst der Wage, letzteres findet man nach dem schon früher angeführten Archimedischen Princip, indem man seinen Gewichtsverlust in Wasser aufsucht. Der Quotient aus beiden gibt das spezifische Gewicht des fraglichen Körpers.

Es sei z. B. das absolute Gewicht eines Stückes Messing 900 Gramm; in Wasser untergetaucht wiege dasselbe 794 Gramm, so beträgt der Gewichtsverlust, also das Gewicht des verdrängten gleich großen Wasservolumens 106 Gramm. Das spezifische Gewicht des Messings ist sonach $\frac{900}{106} = 8{,}5$.

Auf demselben Princip beruht auch die Bestimmung des spezifischen Gewichtes flüssiger und luftförmiger Körper; die weitere Ausführung der verschiedenen Methoden, welche die verschiedene physikalische Beschaffenheit der Körper erheischt, sowie die Beschreibung der hiezu nothwendigen Apparate würde hier zu weit führen und muß den Lehrbüchern der Physik überlassen bleiben.

An dieser Stelle springt ein weiterer Vorzug des metrischen Systemes sofort in die Augen. Sobald nämlich das spezifische Gewicht eines Körpers bekannt ist, findet man unmittelbar sein Volumen. In unserm obigen Beispiel hatten

900 Gramm Messing dasselbe Volumen wie 106 Gramm Wasser; diese letzteren und also auch 900 Gramm Messing haben also ein Volumen von 106 Kubikzentimeter. Es ist sehr bemerkenswerth, wie man auf diese Weise einfach das Volumen eines noch so unregelmäßigen Körpers finden kann, welche Bestimmung auf geometrischem Wege häufig sehr schwierig, wenn nicht gar unmöglich sein würde.

Tabelle der spezifischen Gewichte einiger Körper bei 0°.

Platin . . .	22,67	Sandstein . .	2,35	Schwefelsäure, concentrirte	1,85
Gold	19,26	Granit . . .	2,80	Baumöl . .	0,92
Blei	11,35	Bergkrystall .	2,68	Alkohol, absoluter . .	0,79
Silber . . .	10,46	Porzellan . .	2,49	Schwefeläther . .	0,71
Kupfer . . .	8,79	Bernstein . .	1,08	Luft . . .	0,0013
Messing . .	8,40	Steinkohle . .	1,82	Sauerstoff (atmosphär. Luft = 1)	1,10
Arsenik . . .	8,31	Braunkohle .	1,20	Wasserstoff	0,069
Zinn	7,29	Ziegel, gebr.	1,81	Stickstoff . .	0,97
Zink	7,04	Glas . . .	2,5-2,8	Kohlensäure	1,52.
Gußeisen .	7,21	Eichenholz, alt	1,17		
Schmiedeisen	7,79	Fichtenholz, trocken . .	0,45		
Stahl . . .	7,81	Kork	0,24		
Kalkstein, dichter . .	2,45	Eis	0,92		
Marmor . .	2,84	Quecksilber .	13,60		

XXIX. Lehrstunde.

Grenzen der Genauigkeit in den Messungen.

In der Theorie kann man eine abstrakte Zahl mit beliebig vielen Ziffern anschreiben; dieß ist jedoch nicht mehr der Fall bei denjenigen Zahlen, denen wirkliche Messungen zu Grunde liegen; hier ist die Genauigkeit immer auf eine sehr geringe Anzahl von Ziffern beschränkt.

Sowie die Fabrikanten, welche die Maße herstellen, nicht im Stande sind, denselben eine unbegränzte Genauigkeit zu verleihen, so wird auch der Messende immer unvermeidliche Fehler begehen. Aus diesem doppelten Grunde

sind die Zahlen, welche die Resultate einer Beobachtung ausdrücken, nur immer innerhalb sehr enger Grenzen richtig.

Um diese Ideen festzustellen, nehmen wir an, man hätte mit der Meßkette eine bestimmte Entfernung gemessen und dieselbe gleich 5346 Meter gefunden. Bei einer zweiten Messung derselben Entfernung wäre man z. B. auf 5348 und bei einer dritten auf 5343 Meter gekommen, so daß bei Anwendung aller denkbaren Vorsichtsmaßregeln der Feldmesser sich auf die vierte Stelle nicht mehr verlassen könnte, welche in Wahrheit auch von geringer Wichtigkeit ist. Die Sache würde sich noch verschlimmert haben, wenn er die Messungen mit mehreren Ketten von verschiedenen Fabrikanten ausgeführt hätte.

Nehmen wir als zweites Beispiel die Theilung eines Meters an. Die erste Theilung in 10 gleiche Theile gibt die Dezimeter, die zweite die Zentimeter, die dritte die Millimeter, welche schon sehr klein sind. Wollte man ein Millimeter weiter in zehn gleiche Theile theilen, so würden die einzelnen Theilstriche schon nicht mehr von einander zu unterscheiden sein, so daß also auch hier in der Ausführung die Theilung bloß bis zur vierten Ziffer getrieben werden kann.

Vorausgesetzt also, daß der Fehler bei dem Meter, das wir als Maß anwenden, nur ein Zehntel Millimeter ausmache, so wird derselbe ein Millimeter auf 10 Meter, ein Zentimeter auf 100 Meter, ein Dezimeter auf 1000 Meter und endlich ein Meter auf 10000 Meter betragen, wozu alsdann noch die zufälligen Fehler hinzukommen.

Alles dieß liegt an unseren Mitteln der Beobachtung, an der Unvollkommenheit unserer Sinne und der Herstellung unserer Meßwerkzeuge. Man darf sich über diesen Gegenstand keiner Illusion hingeben, indem man bei den Resultaten von Messungen mehr Ziffern angibt, als wirklich genau durch die Meßwerkzeuge gefunden werden können. Unter Anwendung seiner Sinne und der Meßwerkzeuge kann der Mensch mit vollständiger Genauigkeit Maße bloß auf fünf Ziffern in der Astronomie, auf vier in der Geodäsie, auf drei in der Physik, Chemie und Meßkunst und auf zwei im gewöhnlichen Leben angeben.

Eine durch Messungen erhaltene Zahl, die durch viele Ziffern ausgedrückt ist, wie

734528

wird ein denkender Mensch nicht mit blindem Vertrauen annehmen, sondern er wird sich fragen, welches der Grad der Genauigkeit sei, den die Beobachtung, aus welcher jene Zahl hervorgeht, zulasse. Hat er alsdann gefunden, daß dieser Grad der Genauigkeit bloß drei Ziffern oder mit einiger Wahrscheinlichkeit auch noch die vierte Ziffer 5 zulasse, so wird er die beiden letzten überflüssigen Ziffern durch Nullen ersetzen, so daß er einfacher hat

734500.

Wäre man auf die Zahl 7345,28 gekommen, so würde man einfach den Bruch vernachlässigen und also 7345 erhalten; unter derselben Voraussetzung würde man statt 734,528 bloß 734,5 schreiben u. s. f., indem man immer nur 4 Ziffern, die eine wirkliche Bedeutung haben, beibehalten würde.

Die Grenzen, welche wir für die menschliche Genauigkeit festgesetzt haben, dürfen nicht im strengen Sinne des Wortes genommen werden; aber sie drücken eine Thatsache aus, die aus einer großen Anzahl von Versuchen hervorgeht. Die heutigen Astronomen stimmen in ihren Angaben über eine Beobachtung fast nie in der fünften Ziffer überein; die Gelehrten, welche die Gestalt und die Dimensionen der Erde bestimmt haben, sei es durch wirkliche Messungen oder durch Pendelbeobachtungen, weichen immer schon in der vierten Ziffer von einander ab; die Physiker stimmen selten in den Angaben über einen Versuch überein, wenn jene durch mehr als drei Ziffern ausgedrückt werden; die Chemiker endlich werden sich zufrieden stellen, wenn ihre Analysen nur in den Tausendsteln differiren. Wenn das Gegentheil eintritt, wenn die Versuche auf mehr Ziffern stimmen, so hat man dieß dem Zufall zuzuschreiben; aber diese zufälligen Uebereinstimmungen verschwinden fast immer bei einer aufmerksameren Prüfung der Thatsachen und bei einer Wiederholung der Versuche. Um unsern Lesern einen Beweis von der Richtigkeit dieser Behauptung zu geben,

nehmen wir als Beispiel die Versuche über das Pendel, die mit einer außerordentlichen Genauigkeit ausgeführt wurden. Durch zwei Jahrhunderte hindurch hat man die Länge des Sekundenpendels für Paris zu verschiedenen Malen bestimmt, und man kennt die vierte Ziffer der Zahl, welche diese Länge ausdrückt, noch nicht genau. Nachfolgend stehen die Resultate mit allen nothwendigen Correktionen versehen:

	Meter
Picard fand	0,994
Richer und Huygens	0,9942
Godin	0,99393
Bouguer	0,99418
Mairan	0,994032
Whiteruft und Sabine . . .	0,993877
Borda	0,993896
Biot und Mathieu	0,993915
Bessel	0,993781

Die Commission der Gewichte und Maße in Frankreich hatte für das Meter eine Länge von 443,295936 paris. Linien bestimmt; die Zusammenstellung aller Beobachtungen gibt aber dafür eine Länge von 443,4 Linien, welche gegen die vorige in der vierten Stelle differirt.

Ohne Zweifel ist es nothwendig, alle Angaben mit der größt möglichsten Genauigkeit zu machen; aber es ist ebenso nothwendig, daß diese Genauigkeit immer eine wirkliche Thatsache sei, daß sie nicht eine scheinbare oder gar eine falsche werde: scheinbar dadurch, daß man sich nicht selbst Rechenschaft von den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern gibt, falsch dadurch, daß man absichtlich und mit Ueberzeugung alle Grenzen des Möglichen überschreitet, einfach um frühere Beobachter, die denselben Weg eingeschlagen haben, nachzuahmen.

XXX. Lehrstunde.

Fortsetzung.

Ein weiterer Mißbrauch mit den Zahlen geschieht häufig bei Einführung des metrischen Maßsystemes.

Die Reduktionen der alten Maße in die neuen und umgekehrt werden häufig mit einer solchen Masse von Dezimalstellen durchgeführt, daß die erhaltenen Resultate eine Genauigkeit angeben würden, wie sie niemals durch Messungen erhalten werden kann. Dadurch wird die Einfachheit des metrischen Systems entschieden beeinträchtigt, und die Einführung erschwert.

Wenn die Lehrer, welche dafür Sorge zu tragen haben, daß die metrischen Maße in unsern Schulen eingeführt werden, auch Erfolge erzielen wollen, so ist es nothwendig, daß sie die alten Maße mit ihren Reduktionen in die neuen so weit als möglich unberücksichtigt lassen; denn diese Vergleichungen und Reduktionen sind für unsere Geschäftsleute und für Alle, welche den Uebergang vom alten zum neuen System im Verkehr mitmachen, nothwendig, dagegen nicht für unsere Schüler. Für diese gilt es, das metrische System vollständig zu erfassen, und bis diese sich der Maße im Verkehr bedienen werden, wird das neue System gesiegt haben, und sie werden nicht gezwungen sein, auf das alte zurückzugehen.

Es ist aber auch weiter nothwendig, daß die Lehrer in den Rechnungsbeispielen, die sie ihren Schülern geben, sich auf drei oder vier Ziffern beschränken aus den Gründen, die wir oben angegeben haben, und noch um so mehr, als die Maße des Verkehres nicht mit dieser Genauigkeit geeicht sind, als die hiefür aufgestellten Beamten Maße für richtig bezeichnen, deren Fehler Tausendstel ja selbst Hundertel derselben betragen.

Es ist drittens jedenfalls vortheilhaft, wenn sich die Lehrer bei diesem Uebergang zum neuen Maßsystem in der Handhabung der Maße üben, indem sie alle in diesem Werke angeführten Versuche durchmachen, um sie vor den Augen der Schüler zu wiederholen.

Was die Regeln des Calculs betrifft, die dabei zu befolgen sind, so finden sich diese in nachstehenden Sätzen, deren Beweise leicht zu führen sind:

1) Die Summe mehrerer Zahlen hat nicht mehr sichere Ziffern als die einzelnen Summanden; die erste un-

sichere Ziffer dieser Summe entspricht den ersten unsichern Ziffern, die sich in einem Summanden befinden.

2) Dieselbe Regel gilt für die Subtraktion.

3) Das Produkt zweier oder mehrerer Zahlen hat nicht mehr sichere Ziffern, als der Faktor, der die wenigsten sichern Ziffern hat.

4) Die ähnliche Regel gilt für die Division.

5) Keine Potenz einer Zahl kann mehr sichere Ziffern enthalten als die Zahl selbst.

6) Die gleiche Regel gilt für Quadratwurzeln, Kubikwurzeln rc.

7) Das Resultat einer mehr oder weniger zusammengesetzten Rechnung hat nicht mehr sichere Ziffern als diejenige von den angewandten Zahlen, die deren am meisten hat und nicht weniger, als diejenige der vorkommenden Zahlen, die deren am wenigsten hat.

8) Um die Arbeit abzukürzen, kann man am Ende einer jeden Rechnungsoperation die nach der vierten Ziffer folgenden weglassen, indem man diese letztere um 1 erhöht, wenn die fünfte Ziffer 5 oder mehr als 5 ist.

Das Vorhergehende gilt natürlich nur für Zahlen, welche wirklichen Messungen oder Wägungen entnommen werden, und nicht für abstrakte Zahlen, deren Genauigkeit keine Grenzen hat.

Wenn in Rechnungen bloß abstrakte Zahlen vorkommen, so darf weder während, noch nach der Rechnung irgend etwas weggelassen werden; kommen sie dagegen in Verbindung mit Zahlen, die aus Messungen oder Wägungen entnommen sind, so verlieren sie diese Genauigkeit.

Die Lehrer werden ihr Augenmerk noch endlich darauf richten, die Erklärung des neuen Systemes der Maße und Gewichte so viel als möglich zu vereinfachen, sei es in der Theorie oder in der Praxis, und das, was das Leben geschaffen haben wird, wird das Gesetz früher oder später anerkennen. In vielen Fällen sind die neuen Bezeichnungen nützlich, aber sie werden unnütz, wenn man mehr erfindet, als das wirkliche Bedürfniß hervorruft.

Es mögen hier noch die Fehlergrenzen, die an den

Maßen und Gewichten zulässig sind, Platz finden. Es ist selbstverständlich, daß man die Maße und Gewichte nicht mit vollständiger Genauigkeit herstellen kann, sondern daß stets kleine Differenzen auftreten werden; die höchsten zulässigen Fehler sind:

1) Bei Maßstäben aus Holz nur in Zentimeter getheilt:
1,0 Millimeter für das Meter
0,75 " " " halbe Meter
0,4 " " " Doppeldezimeter.

2) Bei Gewichten.

Die Gewichte werden bloß geeicht, wenn dieselben höchstens um die nachfolgend angegebene Größe entweder um Zuviel oder Zuwenig von dem Eichungsnormal abweichen.

Größe des Gewichtsstückes.	Gestattete Abweichung bei Handelsgewichten.
50 K	5 G
50 Pf.	4 "
20 K	4 "
10 "	2,5 G
5 "	1,25 "
2 "	0,60 "
1 "	0,40 "
500 G	0,25 "
1/2 Pf.	0,13 "
200 G	0,10 "
100 "	0,06 "
50 "	0,05 "
20 "	0,03 "
10 "	0,02 "

(§. 18 der allerh. Verordn. vom 14. Sept. 1869, S. 19.)

3) Bei Wagen:

Für die zweiarmige Wage $\frac{1}{2000}$ ihrer Tragfähigkeit.
" " Dezimalwage $\frac{1}{1000}$ " "
" " römische Wage $\frac{1}{1000}$ " "

Zum Schlusse mögen hier noch die Abkürzungen für die Benennungen der neuen Maße und Gewichte Platz finden.

Wenn das Metersystem vollständig durchgedrungen sein wird, wenn alle andern Maße verdrängt sein werden, dann werden auch keine Verwechslungen mehr möglich sein, und es können alsdann auch die Benennungen in der Schreibweise soweit als möglich abgekürzt werden. Solche Abkürzungen dürften alsdann folgende sein:

Meter m.	Millimeter mm.
Dezimeter dm.	Dekameter dkm.
Zentimeter zm.	Kilometer km.
Quadratmeter □m.	
Quadratdezimeter □dm.	Quadratdekameter ar.
Quadratzentimeter □zm.	
Quadratmillimeter □mm.	
Kubikmeter Cm.	Liter L.
Kubikdezimeter Cdm.	Dekaliter dkl.
Kubikzentimeter Czm.	Hektoliter H.
Kubikmillimeter Cmm.	
Kilogramm K.	Dezigramm dg.
Dekagramm dk.	Zentigramm zg.
Gramm g.	Milligramm mg.

XXXI. Lehrstunde.

Maßsysteme der alten Völker.

Jede Größe kann als Maßeinheit für alle gleichartigen Größen dienen, insofern jede größere als ein Vielfaches, jede kleinere als ein Theil der zur Einheit gewählten Größe zu bezeichnen ist.

Die Wahl der Einheit ist also nur eine Sache der Uebereinkunft, und es ist leicht erklärlich, daß so unendlich viele Maßsysteme bei den verschiedenen Völkern und zu verschiedenen Zeiten in Gebrauch gekommen sind, da jede Gemeinschaft von Menschen, wenn sie nicht durch den Verkehr mit andern zu einer neuen Uebereinkunft bewogen wurde, auf eine willkührlich gewählte Maßeinheit ein für die Zwecke des täglichen Lebens genügendes Maßsystem gründen konnte. Die Verschiedenheit der Maßsysteme besteht also darin, daß

einerseits verschiedene Größen als Einheiten der Maße zu Grunde gelegt, andererseits die Eintheilung des Maßes und die Vervielfältigung in verschiedenen Verhältnissen gemacht wurden.

Ueber die Entstehung älterer Maßsysteme ist uns nichts Genaues bekannt; es ist aber jedenfalls interessant und liegt in der Natur des Gegenstandes, über die Entstehungsweise der Einheit und die Wahrscheinlichkeit der Bildung eines solchen Systemes Vermuthungen aufzustellen. Schon die Bezeichnungen der Sprache deuten darauf hin, daß für das Längenmaß als Einheit meist die Länge eines Theiles des menschlichen Körpers, oder die mit Körpertheilen abzureichenden Längen gewählt wurden. Arm, Elle, Fuß, Hand, Daumen sind in dem einen Sinne, Klafter, Schritt, Spanne in dem andern Sinne solche Längenmaßeinheiten. Sobald nun das Längenmaß durch Uebereinkunft festgestellt war, so läßt sich erwarten, daß auch bereits die einfachen Beziehungen von Flächen-, Körper- und Gewichtsmaßen zum Längenmaß erkannt wurden. Flächen wurden als Quadrate, Körpergrößen als Würfel der Längenmaße, und Gewichte als Gewichte eines bestimmten Volumens einer bestimmten Substanz festgestellt. Dieß ist jedenfalls der Entwicklungsgang, den ein Maßsystem genommen haben kann, wenn man sich dessen Entstehung analog der Feststellung unserer neuesten Maßsysteme denken will.

Bevor nun über die Verbreitung des Metermaßsystemes gesprochen werden soll, mögen hier noch einige Bemerkungen über die Maßsysteme der alten Völker Platz finden.

a) Aegyptische Maße.

Man ist ziemlich allgemein darüber einverstanden, daß die Wiege der Kultur in Aegypten zu suchen sei, und wenn man bedenkt, daß die ältesten griechischen Gelehrten, z. B. Thales, Pythagoras, Euklides und Andere ihrer Studien halber nach Aegypten reisten, so wird dieß wohl kaum bezweifelt werden. Ueberlegt man ferner, daß die Astronomie in Aegypten ihren Anfang genommen, daß die Bewohner Aegyptens zur Aufführung ihrer colossalen Bauten Kennt-

nisse in der Geometrie und Mechanik besitzen mußten, so wird man auch den Alterthumsforschern Glauben schenken, die uns berichten, daß die Maßsysteme der alten Aegyptier bereits einen hohen Grad von Genauigkeit erlangt hatten.

Von Längenmaßen waren zwei Grundmaße vorhanden, eine größere und eine kleinere Elle. Die größere Elle war ein heiliges Maß und diente als Nil-Messer. Die kleinere Elle hielt 0,462 Meter; dieselbe wurde in 6 Palmen getheilt. 4 Palmen bildeten einen Fuß = 0,308 Meter. Zu den größeren Maßen gehörten die Ruthe, welche 10 ägyptische Fuß, also 3,079 Meter hielt und zum Ausmessen der durch die Nilüberschwemmungen unkenntlich gewordenen Felder diente. Das ägyptische Stadium enthielt 60 Ruthen und betrug in runder Zahl 185 Meter. Das gebräuchlichste Flächenmaß war die Arura, ein Quadrat von 100 Ellen Seite, das wichtigste Körpermaß die Artabe = 39,37 Liter.

Die Gewichtsmaße waren:

Großes Talent . . .	= 43,680	Kilogramm,
Alexandrinisches Talent	= 36,400	„
Kleines Talent . . .	= 29,196	„

b) Jüdische Maße.

Dieselben sind verhältnißmäßig sehr genau bekannt, weil sie meistens in den heiligen Schriften vorkommen; sie sind ursprünglich den ägyptischen entlehnt, haben aber allmählig verschiedene Veränderungen erlitten.

Tagereise war eine Strecke von 200 ägyptischen Stadien und betrug also 200 × 184,72 oder 36944 Meter.

Die Meile der Juden, Sabbathweg genannt, hatte 7,5 Stadien oder ungefähr 1108 Meter. Das hebräische Stadium war kleiner als das eigentliche ägyptische und betrug 147,8 Meter. Der Schritt oder die doppelte Elle war eine gewisse Normalgröße, deren gerade 1000 auf eine Meile gingen, und seine Größe betrug sonach 1,108 Meter. Die kleineren Maße waren die Palme = 0,0924 Meter, der Doppelzoll = 0,0462, und der einfache Zoll = 0,0231 Meter.

Die Maßeinheit für Flüssigkeiten war 1 Bath, für

die Trockenmaße 1 Epha, welche mit der ägyptischen Artabe identisch sind. Maßeinheit für die Gewichte war das Talent gleich dem großen ägyptischen Talent.

c) Griechische Maße.

Bei der ausgebreiteten Literatur der Griechen und ihrer Bekanntschaft mit allen cultivirten Völkern, indem namentlich Wissenschaft und Kunst von den Aegyptern zu ihnen übergingen, läßt sich erklären, daß sie auch mit den verschiedenen Maßen bekannt wurden.

Das Grundmaß der Längenmaße ist der griechische oder olympische Fuß, der in ganz Griechenland derselbe war; $1^1/_2$ Fuß bildeten 1 Elle = 0,462 Meter; der Fuß betrug also 0,308 Meter; die Unterabtheilungen waren:

1 Elle = $1^1/_2$ Fuß = 6 Palmen = 12 Kondylen
= 24 Daktylen.

Ein eigentliches griechisches Längenmaß ist das Stadium, für welches jedoch verschiedene Werthe angegeben werden; das ägyptische, auch griechische oder olympische und römische Stadium hielt 184,7 Meter. Die Haupteinheit für Flächenmaße war das Plethrum, eine quadratische Fläche von 100 griechischen Fußen oder 30,78 Meter Seite, also 947,4 Quadratmeter Fläche.

Das Hauptmaß für trockene Körper war bei den Griechen der Medimnus = 52,49 Liter; das nächste kleinere die Metreta = 39,37 Liter, wovon also $1^1/_3$ auf den Medimnus gingen. Eigentliches Getreidemaß war der Hekteus = 8,75 Liter, also der sechste Theil des Medimnus; für Flüssigkeiten wurden insbesondere der Chönix = 1,09 Liter und der Xestes = 0,55 Liter benützt.

Die Einheit für Gewichte war das Talent, wobei das äginäische = 43680,4 Gramm und das attische = 26196,2 Gramm zu unterscheiden sind. Jedes Talent hielt 60 Minen, die Mine 100 Drachmen. Der Obolus war der sechste Theil einer Drachme und kommt zunächst nur als Gewicht einer Münze vor. Auf den Obolus gingen sechs kleine Kupfermünzen, die kleinsten der Griechen, welche den Namen Chalkus führten.

d) Römische Maße.

Das Maßsystem der Römer setzt sich mit dem der Griechen in ein einfaches Verhältniß, was sich aus dem lebhaften Verkehr Italiens mit Griechenland in sehr alten Zeiten entnehmen läßt; besonders sind die Korinther als Träger eines solchen Verkehrs anzusehen. In Korinth war das äginäische System gebräuchlich, und daraus erklärt es sich, daß zunächst römisches Gewicht mit dem äginäischen in einer einfachen Beziehung steht.

Ein genau bestimmtes Längenmaß war die römische Meile = 1477,8 Meter; sie enthielt 1000 Schritte, jeden zu 5 Fuß. Dazwischen lag noch die Ruthe (pertica) von 10 Fuß Länge Die Elle der Römer (cubitus) reichte vom Ellbogen bis zur Spitze des Zeigefingers und ist = 0,443 Meter zu setzen. Der römische Fuß beträgt 0,2959 Meter. Der Fuß enthielt 4 Palmen (palma), jede = 0,07397 Meter und 12 Zoll (uncia). Ein neueres Maß ist die Fingerbreite (digitus), deren vier auf eine Palme, also 16 auf den Fuß gingen = 0,0185 Meter.

Das hauptsächlichste Landmaß war das Juchart (jugerum), eine rechteckige Fläche von 240 röm. Fuß Länge und 126 Fuß Breite oder 2521,6 Quadratmeter Fläche.

Die wichtigsten Körpermaße waren die Amphora = 26,24 Liter, die in 8 Theile Congius, jeder = 3,28 Liter, und in 48 Sextarien à 0,55 Liter getheilt wurde.

Die Einheit für die Gewichte war das Pfund (libra), welches in 12 Unzen zerfiel; die Gewichtsreihe war folgende:

Centumpodium . .	32745,3	Gramm,
Libra	327,5	„
Uncia	27,3	„
Drachma	3,4	„
Scrupulum . . .	1,14	„

Bei dem Uebergang der Wissenschaften und Künste von den Griechen zu den Römern, und von dort zu den übrigen occidentalischen Völkern wurde bei diesen zugleich die Kenntniß der verschiedenen Maße verbreitet. Der römische und griechische Fuß wurde aber bei den verschiedenen Nationen nicht unverändert angenommen, sondern allenthalben

Veränderungen an demselben vorgenommen, so daß dadurch eine außerordentliche Verschiedenheit der Maßsysteme entstand. In welch' willkürlicher Weise bei solchen Einheits-Bestimmungen verfahren wurde, möge folgendes Beispiel zeigen. Der deutsche Geometer Jakob Köbel sagt darüber (Geometrey, Frankfurt 1584): „Man soll 16 Mann, klein und groß, wie die ungefehrlich nach einander aus der Kirchen gehen, einen jeden vor den andern einen Schuh stellen lassen; dieselbige Lenge werde und solle seyn ein gerecht gemein Meßrute, damit man das Feld messen soll."

Der große Uebelstand der verschiedenen Maßsysteme, der sich sowohl im internationalen als auch im Lokal-Verkehr zeigt, da ja häufig jede Stadt ihre eigenen Maße besitzt, sollte durch die Einführung des metrischen Systemes gehoben werden, und zugleich sollte diesem Systeme als Einheit eine der Natur entnommene Größe, die also nie zerstört werden kann, zu Grunde gelegt werden.

XXXII. Lehrstunde.

Verbreitung und Zukunft des metrischen Systemes.

Das metrische Maßsystem sollte nach der Absicht der Begründer nicht für Frankreich allein ins Leben gerufen werden; es sollte allen Völkern dienen und sollte alle andern Maße verdrängen. In der That hat man sich in den siebenzig Jahren, seit welchen dieses Maßsystem begründet ist, diesem Ziel beträchtlich genähert. In Frankreich, Belgien, Holland, Portugal, Spanien, Griechenland, der Schweiz, in Oesterreich, im norddeutschen Bund und in der süddeutschen Staatengruppe ist dasselbe in allen wesentlichen Punkten bereits eingeführt, oder es ist die Einführung in naher und bezeichneter Frist beschlossen. Auch in England sind die Wege betreten, welche zu dem gleichen Ziel führen werden. Seit dem Jahre 1855 ist in London eine internationale Gesellschaft zum Zwecke der Erlangung gleichen Maßes und Gewichtes gegründet. Schon in der zweiten Generalversammlung wurde anerkannt, daß unter dreizehn verschiedenen in Vorschlag gebrachten Maßeinheiten nur das

Meter allen Anforderungen entspreche, und daß alles Bemühen der Gesellschaft dahin zu richten sei, für Einführung des Meters und des metrischen Systemes zu wirken. Gewiß ist für ein Land mit so entwickelter Industrie die Schwierigkeit, zu einem neuen Maßsystem überzugehen, nicht gering; aber ebenso gewiß ist, daß das Bedürfniß, für den internationalen Verkehr gleiches Maß zu besitzen, schließlich alle Hindernisse überwinden wird.

Noch rascher hat das metrische System bei den Männern der Wissenschaft Eingang gefunden. Zur Mittheilung der Resultate quantitativer Untersuchungen ist es beinahe ausschließlich in Anwendung. Ohne Verabredung und ohne gesetzliche Bestimmung, lediglich geleitet durch das Bedürfniß leichterer Verständigung, hat man dem metrischen System sich zugewendet. Allerdings ging auch der Anstoß, ein neues, allgemein annehmbares Maßsystem ausfindig zu machen, von Männern der Wissenschaft aus.

Es war der berühmte niederländische Forscher Huyghens, der schon mit dem Beginne exacter Forschung in der Naturlehre zuerst die Nützlichkeit des Gebrauches gleichen Maßes betonte. Er, der Erfinder der Pendeluhren und der Gesetze der Schwingungen des physischen Pendels, schlug vor (1673), die Länge des Sekundenpendels, als eine durch die Natur gegebene Länge zur Einheit anzunehmen, und den dritten Theil dieser Länge, welche nur wenig von den gebräuchlichen Fußmaßen abweicht, mit dem Namen Horarium zu bezeichnen. Er setzt hinzu: Diese Einheit würden nicht allein alle Völker aller Orten leicht auffinden, sondern sie würde auch in kommenden Zeiten immer wieder hergestellt werden können, so daß auch die spätesten Nachkommen Alles, was nach dieser Einheit ausgedrückt wird, zu verstehen im Stande wären.

Noch in demselben Jahre mußte diesem Vorschlag eine Einschränkung beigefügt werden, indem Richer aus verschiedenen Pendelbeobachtungen von Paris und von Cayenne nachwies, daß die Länge des Sekundenpendels eine, von der geographischen Breite des Ortes abhängige Größe sei. Man mußte also, wollte man an dem Vorschlag von

Huyghens festhalten, sich für die Pendellänge eines Ortes bestimmter Breite entscheiden. Condamine schlug hiezu Orte unter dem Aequator, Bouguer solche unter dem 45. Breitegrad vor. Eine Entscheidung war noch nicht erfolgt, als auf den Vorschlag von Talleyrand die Nationalversammlung am 8. Mai 1790 beschloß, die englische Regierung zu ersuchen: Es sei zu veranlassen, daß Mitglieder der kgl. Societät in London in gleicher Zahl mit Mitgliedern der Pariser Akademie zum Zwecke der Berathung und Feststellung einer aus der Natur entnommenen Einheit für Maß und Gewichte zusammentreten. Die so gebildete Commission sollte dann entscheiden, ob die Länge des Sekundenpendels in der Breite von 45° oder irgend eines andern Ortes als Längeneinheit zu bezeichnen sei. Die bekannten politischen Zustände machten die Ausführung des Vorschlages unmöglich. Dagegen trat in Paris eine Commission, bestehend aus den ausgezeichnetsten Mathematikern und Astronomen Frankreichs: Borda, Lagrange, Laplace, Monge zur Lösung der gleichen Aufgabe zusammen. Dieselbe verwarf die Annahme der Pendellänge, weil dieselbe ein fremdes Element, die Zeit, und ein willkürliches, die Theilung des Tages in 86400 Sekunden, enthalte; sie schlug vor, aus Gradmessungen die Entfernung des Nordpoles vom Aequator abzuleiten, und den zehnmillionsten Theil dieser Entfernung unter dem Namen Meter als Längeneinheit festzustellen.

Auf diese Basis gegründet hat das metrische System, wie schon oben erwähnt, bereits eine sehr große Verbreitung gefunden, und es hat den Anschein, als werde es in nicht sehr langer Zeit im internationalen Verkehr alle andern Maße verdrängen.

Man darf sich indessen nicht täuschen und glauben, daß hiemit ein Zeugniß abgelegt sei für die glückliche Wahl der Einheit, die dem Systeme zu Grunde liegt, oder für die Nomenclatur, die mit der Absicht dem alten Sprachschatz entnommen ist, um hierdurch annehmbar für alle Nationen zu werden. In beiden Richtungen ließen sich begründete Bedenken erheben und sind auch wirklich erhoben

worden. Einmal ist jedenfalls die Länge des Meters selbst keine glücklich gewählte; dann ist die Einheit des Körpermaßes, das Kubikdezimeter oder Liter nicht direkt aus der Längeneinheit, sondern erst aus einer Unterabtheilung derselben abgeleitet; ferner ist die Grundlage des Gewichtssystemes, das Gramm, eine Einheit, die mehr für die Wissenschaft als den Verkehr geeignet ist, und es wäre jedenfalls vortheilhafter und einfacher gewesen, das Kilogramm unter dem Namen Gramm einzuführen; auch gegen die Benennungen wurden schon häufig Einwürfe gemacht. Der Gebrauch wird indessen ohne alles Zuthun und ohne jede Vorschrift Vereinfachungen herbeiführen. So ist es bereits in Frankreich und Belgien der Fall, daß man nur sehr beschränkten Gebrauch macht von den Namen, die Theile und Vielfache der Einheit bezeichnen. In Längenmessungen bezeichnet man die Distanzen ganz einfach nach der Anzahl der Meter, ohne die Benennungen Dekameter, Hektometer, zu gebrauchen; größere Weglängen bezeichnet man durch die Anzahl der Kilometer und verzichtet auf die Bezeichnung Myriameter. Kleinere Gewichte werden in der Anzahl der Gramme, größere in der Anzahl der Kilogramme angegeben, aber man gebraucht nicht leicht die Namen Dekagramm, Hektogramm.

Kein Gesetz schreibt vor, daß man in voller Ausdehnung von der Nomenclatur Gebrauch machen müsse; es steht vollkommen frei, ob man sagen will 1824 Meter, oder 1 Kilometer, 8 Hektometer, 2 Dekameter, 4 Meter. Die Weitläufigkeit der zweiten Bezeichnungsart wird jedenfalls durch die Kürze der erstern besiegt werden.

Der Hauptvorzug des metrischen Systemes ist in der dezimalen Theilung, sowie in der einfachen Ableitung der Gewichtseinheit aus der Längeneinheit begründet; dieser Vorzug ist aber ein so bedeutender, daß er alle oben angeführten Bedenken gegen das System überwunden hat, daß schon jetzt mehr als 100 Millionen Menschen das Metersystem angenommen haben, und daß es gewiß noch immer weiteren Fuß in der civilisirten Welt fassen wird.

Vergleichungs-Tabellen
der
bisherigen bayrischen Maße und Gewichte mit den metrischen
und umgekehrt.

1) Alte und neue Längenmaße.

Linien d. d. Mß.	mm.	Linien d. c. Mß.	mm.	Zoll d. d. Mß.	mm.	Zoll d. c. Mß.	mm.	Fuß.	Meter.	Fuß.	Meter.
1	2,027	1	2,919	1	24,322	1	29,186	1	0,29186	10	2,9186
2	4,054	2	5,837	2	48,643	2	58,372	2	0,58372	20	5,8372
3	6,080	3	8,756	3	72,965	3	87,558	3	0,87558	30	8,7558
4	8,107	4	11,674	4	97,287	4	116,744	4	1,16744	40	11,6744
5	10,134	5	14,593	5	121,608	5	145,930	5	1,45930	50	14,5930
6	12,161	6	17,512	6	145,930	6	175,116	6	1,75116	60	17,5116
7	14,188	7	20,430	7	170,252	7	204,302	7	2,04302	70	20,4302
8	16,214	8	23,349	8	194,573	8	233,488	8	2,33488	80	23,3488
9	18,241	9	26,267	9	218,895	9	262,674	9	2,62674	90	26,2674
10	20,268	10	29,186	10	243,217	10	291,860	10	2,91860	100	29,1860
11	22,295			11	267,538						
12	24,322			12	291,860						

2) Neue und alte Längenmaße.

mm.	Linien d. d. Maß.	Linien d. c. Maß.	ztm.	Zoll, Linien d. d. Maß.		Zoll, Linien d. c. Maß		dcm.	Fuß, Zoll, Linien d. d. Maß.			Fuß, Zoll, Linien d. c. Maß.		
1	0,4934	0,3426	1	–	4,9339	–	3,4263	1	–	4	1,3387	–	3	4,263
2	0,9868	0,6853	2	–	9,8678	–	6,8526	2	–	8	2,6774	–	6	8,526
3	1,4802	1,0279	3	1	2,8016	1	0,2789	3	1	0	4,0162	1	0	2,789
4	1,9735	1,3705	4	1	7,7355	1	3,7052	4	1	4	5,3549	1	3	7,052
5	2,4670	1,7131	5	2	0,6694	1	7,1315	5	1	8	6,6936	1	7	1,315
6	2,9603	2,0558	6	2	5,6032	2	0,5578	6	2	0	8,0323	2	0	5,578
7	3,4537	2,3984	7	2	10,5371	2	3,9841	7	2	4	9,3711	2	3	9,841
8	3,9471	2,7410	8	3	3,4710	2	7,4104	8	2	8	10,7098	2	7	4,104
9	4,4405	3,0837	9	3	8,4049	3	0,8367	9	3	1	0,0485	3	0	8,367
10	4,9339	3,4263	10	4	1,3387	3	4,2630	10	3	5	1,3872	3	4	2,630

Meter	Fuß	Meter	Fuß	Meter	Fuß	Meter	Fuß
1	3,4263	6	20,5578	10	34,263	60	205,578
2	6,8526	7	23,9841	20	68,526	70	239,841
3	10,2789	8	27,4104	30	102,789	80	274,104
4	13,7052	9	30,8367	40	137,052	90	308,367
5	17,1315	10	34,2630	50	171,315	100	342,630

3) Bayrisches und metrisches Feldmaß.

Tagwerk	Hektare	Tagwerk	Hektare	Hektare	Tagwerk	Hektare	Tagwerk
1	0,34073	6	2,04438	1	2,93488	6	17,60925
2	0,68146	7	2,38511	2	5,86975	7	20,54413
3	1,02219	8	2,72584	3	8,80463	8	23,47900
4	1,36292	9	3,06657	4	11,73950	9	26,41387
5	1,70365	10	3,40730	5	14,67438	10	29,34875

4) Alte und neue Flüssigkeitsmaße.

Schoppen	Liter.	Maß	Liter	Maß	Liter	Maß	Liter
1	0,267	18	19,242	38	40,622	58	62,002
2	0,535	19	20,311	39	41,691	59	63,071
3	0,802	20	21,380	40	42,760	60	64,140
1 Maß	1,069	21	22,449	41	43,829	61	65,209
2	2,138	22	23,518	42	44,898	62	66,278
3	3,207	23	24,587	43	45,967	63	67,347
4	4,276	24	25,656	44	47,036	64	68,416
5	5,345	25	26,725	45	48,105		
6	6,414	26	27,794	46	49,174	Eimer	Hektoliter
7	7,483	27	28,863	47	50,243	1	0,6842
8	8,552	28	29,932	48	51,312	2	1,3683
9	9,621	29	31,001	49	52,381	3	2,0525
10	10,690	30	32,070	50	53,450	4	2,7367
11	11,759	31	33,139	51	54,519	5	3,4208
12	12,828	32	34,208	52	55,588	6	4,1050
13	13,897	33	35,277	53	56,657	7	4,7892
14	14,966	34	36,346	54	57,726	8	5,4734
15	16,035	35	37,415	55	58,795	9	6,1575
16	17,104	36	38,484	56	59,864	10	6,8417
17	18,173	37	39,553	57	60,933	100	68,417

5) Neue und alte Flüssigkeitsmaße.

Liter	Maß	Liter	Eimer	Maß	Hekto-Liter	Eimer	Maß
1	0,935	10	–	9,354	1	1	29,54
2	1,871	20	–	18,709	2	2	59,09
3	2,806	30	–	28,063	3	4	24,63
4	3,742	40	–	37,418	4	5	54,18
5	4,677	50	–	46,772	5	7	19,72
6	5,613	60	–	56,126	6	8	49,26
7	6,548	70	1	1,481	7	10	14,81
8	7,483	80	1	10,835	8	11	44,35
9	8,419	90	1	20,189	9	13	9,89
10	9,354	100	1	29,543	10	14	39,44

6) Bayrisches und metrisches Fruchtmaß.

Metzen	Hektoliter	Schäffel	Hektoliter	Hektoliter	Schffl. Mtz.	Hektoliter	Schffl. Mtz.
1	0,3706	4	8,8944	1	– 2,70	10	4 2,98
2	0,7413	5	11,1180	2	– 5,40	20	8 5,96
3	1,1120	6	13,3416	3	1 2,09	30	13 2,94
4	1,4826	7	15,5652	4	1 4,79	40	17 5,91
5	1,8533	8	17,7888	5	2 1,49	50	22 2,89
1 Schäffel	2,2236	9	20,0124	6	2 4,19	60	26 5,87
2	4,4472	10	22,2358	7	3 0,88	70	31 2,85
3	6,6708	100	222,358	8	3 3,58	80	35 5,83
				9	4 0,28	90	40 2,81
				10	4 2,98	100	44 5,79

7) Alte und neue Gewichte.

Quint	Gramm	Loth	Gramm	Loth	Gramm	Pfund	Kilogramm
1	4,38	10	175,0	22	385,0	1	0,56
2	8,75	11	192,5	23	402,5	2	1,12
3	13,13	12	210,0	24	420,0	3	1,68
1 Loth	17,50	13	227,5	25	437,5	4	2,24
2	35,00	14	245,0	26	455,0	5	2,80
3	52,50	15	262,5	27	472,5	6	3,36
4	70,00	16	280,0	28	490,0	7	3,92
5	87,50	17	297,5	29	507,5	8	4,48
6	105,0	18	315,0	30	525,0	9	5,04
7	122,5	19	332,5	31	542,5	10	5,60
8	140,0	20	350,0	32	560,0	100	56,0
9	157,5	21	367,5	—	—		

8) Neues und altes Gewicht.

Gramm	Loth	Quint	Gramm	Pfund	Loth	Quint	Kilogr.	Pfund
1	–	0,229	100	–	5	2,857	1	1,7857
2	–	0,457	200	–	11	1,714	2	3,5714
3	–	0,686	300	–	17	0,571	3	5,3571
4	–	0,914	400	–	22	3,429	4	7,1429
5	–	1,143	500	–	28	2,286	5	8,9286
6	–	1,371	600	1	2	1,143	6	10,7143
7	–	1,600	700	1	8	0,000	7	12,5000
8	–	1,829	800	1	13	2,857	8	14,2857
9	–	2,057	900	1	19	1,714	9	16,0714
10	–	2,286	1 Kilogr.	1	25	0,571	10	17,857
20	1	0,571	2	3	18	1,143	20	35,714
30	1	2,857	3	5	11	1,714	30	53,571
40	2	1,143	4	7	4	2,286	40	71,429
50	2	3,429	5	8	29	2,857	50	89,286
60	3	1,714	6	10	22	3,429	60	107,143
70	4	0,000	7	12	16	0,000	70	125,000
80	4	2,286	8	14	9	0,571	80	142,857
90	5	0,571	9	16	2	1,143	90	160,714
100	5	2,857	10	17	27	1,714	100	178,57